



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**MINERALOGIA E PETROLOGIA DO COMPLEXO
CARBONATÍTICO-FOSCORÍTICO DE SALITRE,
MG**

ELISA SOARES ROCHA BARBOSA

TESE DE DOUTORADO N°. 097

BRASÍLIA/DF

2009



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

MINERALOGIA E PETROLOGIA DO COMPLEXO CARBONATÍTICO-FOSFORÍTICO DE SALITRE, MG

ELISA SOARES ROCHA BARBOSA

TESE DE DOUTORADO Nº. 097

Área de Concentração: Mineralogia e Petrologia

Orientador: Prof. Dr. José Affonso Brod – IG/UnB

Banca Examinadora:

Prof. Dr. César Fonseca Ferreira Filho – UnB

Prof. Dr. Nilson Francisquini Botelho – UnB

Prof. Dr. Excelso Ruberti – USP

Prof. Dr. Sérgio Valente – UFRRJ

Suplente:

Prof. Dr. Claudinei Gouveia de Oliveira – UnB

BRASÍLIA/DF, dezembro de 2009

*“Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo,
é um imenso prazer para mim dividir um planeta
e uma época com você.”*

Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

Flogopita picritos – Aquela energia mágica que também é conhecida por Deus. Pela força que tive que tirar de algum lugar que eu não sei qual foi, Ele existe sim. E São Bento, por me proteger (como ele trabalhou!).

Séries petrogenéticas – ao longo da vida, minhas casas/famílias:

Série bebedourítica – S. Elber (papai Elberuns), D. Beatriz (mamãe Titinha), meus irmãos Júnior (meu plantonista favorito!) e Elita. Muito obrigada por tudo, tudo mesmo, não tenho palavras para descrever... pelo amor, pelo carinho, pelo companheirismo, pelas broncas, pelas discussões sobre tudo e nada na hora do café, almoço e jantar, por me dar ensinar a encarar tudo de frente, e pela genética da curiosidade, sem a qual eu jamais faria esse trabalho. Meus queridos avós Luzia, Joaquim e Sílvio (*in memoriam*), e vovó Irene, por rezarem por mim tanto lá de cima, quanto aqui de baixo. Não posso deixar de agradecer com todo amor aos meus tios e primos e cunhada (eeee Lud!), que sempre me deram total apoio para seguir em frente, em especial à Tia Nelma (e suas perguntas geológicas em meio às compras).

Série foscorítica – Affonso e TT. Não só pela orientação, por me darem a oportunidade de estudar algo tão interessante e incomum, por me mostrarem desde o meu 3º semestre de geologia que esse é realmente o meu lugar, mas por realmente me tratarem como filha, me ensinarem como filha, me incentivarem como filha, me levantarem como filha, meu muito muito muito obrigada. Mais uma vez acredito que a energia mágica existe, por colocar na minha vida aglomerados de moléculas tão maravilhosos como vocês, incluindo minha irmãzinha Heloísa (valeu pela hospitalidade!), além da parte quadrúpede da família, com seus carinhos e motores.

Série carbonatítica – à casa mais feminina do Brasil, à essas três super mulheres – Helena, Sandra e Sueli que me acolheram como irmã, mãe e amiga, e cuidaram de mim, principalmente no fim da tese. Obrigada pelo chá quando estava doente, pelos momentos de descanso, e por me obrigarem a trabalhar. O que eu faria sem vocês?

Diques de sienitos – chegaram depois de mim, mas tenho que agradecer todos meus irmãozinhos carbonatíticos da família GRAMA, cada um de uma maneira, os que já passaram, e os que ainda estão presentes. Principalmente: meu querido filho Pedro - pelo companheirismo em todos os aspectos, Cordeiro (super irmão, parceiro em grandes conversas carbonatíticas), saudoso Mestre (valeu pela ajuda na sonda!),

Matheus (pelas viagens fosco-carbonatíticas, por me mostrar a “história macro”), Stalone (não mais longe), Carol, Carla e Anderson (por todo apoio).

Flogopititos metassomáticos – Camilla, que por vezes se faz de mãe, e por vezes de irmã, mas em todas as vezes nunca deixou de ser A amiga, e sempre esteve lá, principalmente quando mais precisei (mesmo por e-mail!!!). E claro, ao papai Denis, com sua calma que irradia, e seu sorriso tranqüilizador.

Química mineral – À Universidade de Brasília e toda sua estrutura, em especial aos Laboratórios de Microsonda Eletrônica (valeu, Onésio!), Laminação (Prof. Silvia, Francisca e Adalgisa), Geocronologia (Profs. Elton, Márcio, Fuck, Roberto e Benhard, Bárbara, Giane, Ariadne e Mancini) e Geoquímica (Prof. Geraldo, Renato, Fernando e Fortes). Aos meus professores, que desde a graduação me confirmam diariamente a mágica da geologia (cada um à sua maneira). À Fosfertil S. A. pelo fornecimento das amostras, além da super ajuda na etapa de campo. Profs. César, Claudinei, Elton e Nilson pela ajuda com os artigos. Ao corpo de funcionários do IG, em especial ao Serjão (Sr. Resolve tudo), Dione, Rômulo, Stela e D. Francisca. Ao Prof. Silvio Vlach e Marcos pelas análises feitas no Laboratório de Microsonda Eletrônica da Universidade de São Paulo.

Geoquímica – meus amigos de coração, que ao longo da vida tive o prazer de tê-los, não importando muito o tipo de concentração:

Elementos maiores – Carla (agora com uma ervilha na barriga!) e meu príncipe-afilhado Arthur, Ivy, Fê, Laura, Felipe, Niko, Lulinha, Marechal, Rod, Thyrsó, Jesus - valeu pela torcida e pela ajuda!!!! Ao núcleo argentino da “novela”, que evoluíram de colegas de laboratório a grandes amigos – Alfonso, Silvina, Massimo, Natalia e Carolina. Família Contoyannis e gregaiada agregada, principalmente S. Demis e D. Marta. Por todo apoio e ensinamentos em vários momentos ao longo dessa jornada, o meu muito obrigada. Às excelentes novas aquisições, que vieram em boa hora: Vi(u)viane, Cabral, Taíssa e Charlotte, e agregados afins – e o que que é? Aos meus queridos pares geoquímicos Luísa e Filhão (Zr/Hf, super companheiros de laboratório!), Alice e Gustavo (Nb/Ta, minha anjinha da guarda), Maria Clara e Francesco (sempre meu ponto contrário), Ricardo e Suelen (tranqüilizantes), muito obrigada pela companhia – tanto na diversão, quanto no trabalho.

Elementos-traço – galera da geo, não só da UnB, mas do Brasil. Pelo “rock” nos dois sentidos! Em especial aos meus queridos Escubi, Garga, Naldo, Gabriel, Giana, Carol, Rafa, Tati, Dexter, Fausto, Emília, Claudio, Mari bege, Gustavo, Letícia, Joyce, Mag-in, Edu, Leo, Guapota, Priscila, Malu, Alines (e meninas do fut), e aos distantes Wally, Tunico (caloouuro!), Fernandinha, Marcelo e Paulo.

Elementos terras raras – infelizmente a distância nos fracionou – amados Ivan e Bianco (eu volto aí, hein!), Daniel (saudade do café...).

Enfim – a todos que de alguma maneira me ajudaram a me manter no caminho – seja por aulas, análises, conversas, conselhos, cervejas, cafés, sinucas ou shows. Amo todos vocês!!!!

RESUMO

Elisa Soares Rocha Barbosa. 2009. Mineralogia e Petrologia do Complexo Carbonatítico-Foscorítico de Salitre, MG. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília, 430p.

A Província Ígnea do Alto Paranaíba (APIP) faz parte do magmatismo alcalino que ocorreu durante o Cretáceo Superior nas margens da Bacia do Paraná, devido ao impacto da pluma de Trindade, e é composta por kamafugitos, kimberlitos, lamproítos e complexos alcalino-carbonatíticos. Dentro desse contexto, os complexos de Salitre I, II e III intrudem rochas metassedimentares da Faixa Brasília, e são compostos por múltiplas intrusões, onde bebedouritos predominam, com diques anelares de carbonatitos e foscoritos subordinados.

As rochas silicáticas alcalinas de Salitre I ocorrem como dois corpos independentes. A intrusão que ocupa a porção centro-norte do complexo é composta por um anel descontínuo de olivina-perovskita bebedouritos (B1a), circundando uma região de perovskita bebedouritos (B1b). A porção centro-sul do complexo é composta por uma intrusão independente, composta por melanita bebedouritos (B2). Variações petrográficas subordinadas nesse domínio incluem bebedouritos com perovskita+titanita+melanita (B2a), além de diques de titanita e titanita-melanita bebedouritos (B2b), que intrudem no domínio norte-centro do complexo (B1). Diques de composição sienítica (S1) ocorrem no complexo. Intrudindo o domínio B1, principalmente os perovskita bebedouritos, ocorre um sistema de diques anelares e radiais interconectados de carbonatitos e foscoritos. Duas unidades de foscoritos foram individualizadas (P1 e P2), e pelo menos cinco gerações de carbonatitos foram discriminadas (magnesiocarbonatitos C1 e C2, calciocarbonatitos C3, cumulados nelsoníticos C3a e magnesiocarbonatitos D4).

A composição mineralógica, química e isotópica de bebedouritos, foscoritos e carbonatitos mostra que essas rochas estão associadas a uma complexa evolução magmática, que envolve múltiplos estágios, marcados por cristalização fracionada e imiscibilidade de líquidos. O magma parental do complexo de Salitre tem composição próxima ao flogopita picrito, que gera cumulados de olivina perovskita bebedouritos B1a. A acumulação de perovskita e olivina provocam um aumento de P_2O_5 e CO_2 no magma, resultando na separação entre um líquido foscorítico e outro silicático – foscoritos P1 e perovskita bebedouritos B1b, respectivamente. Um novo acúmulo de

voláteis gera um segundo evento de imiscibilidade, produzindo os melanita bebedouritos B2 e magnesiocarbonatitos C1. A evolução do magma carbonatítico faz com que este se “subdivida” em frações de composição mais simples – rica em Mg (magnesiocarbonatitos C2); rica em P e Fe (foscoritos P2), e finalmente, rica em Ca (calciocarbonatitos C3). Os magnesiocarbonatitos tardios, ricos em Ba (D4), foram provavelmente produzidos como resíduo da diferenciação dos magnesiocarbonatitos C2, enquanto os calciocarbonatitos C3 são o produto final da evolução de foscoritos P2 e/ou evoluem paralelamente a estes. Eventualmente, calciocarbonatitos C3 podem gerar cumulos nelsoníticos C3a, por acumulação de magnetita, pirocloro e apatita. Melanita bebedouritos B2 evoluem diretamente por cristalização fracionada até termos finais de composição sienítica, S1.

ABSTRACT

Elisa Soares Rocha Barbosa. 2009. Mineralogia e Petrologia do Complexo Carbonatítico-Foscorítico de Salitre, MG. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília, 430p.

The Alto Paranaíba Igneous Province is part of the Late Cretaceous alkaline magmatic activity that took place in Central Brazil. The province is located at the Northeast margin of the Paraná Basin, and composed of kamafugites, kimberlites, lamproites and alkaline-carbonatite complexes. In this context, the Salitre I, II e III intrude metasedimentary rocks of the Neoproterozoic Brasília Belt. Salitre is composed of multiple intrusions, with bebedourite as the dominant rock-type, and swarms of carbonatite and phoscorite ring-dykes.

The silicate alkaline rock of Salitre I occur as two independent bodies. The intrusion that occupies the central and northern part of the complex forms a discontinuous ring of olivine-perovskite bebedourite (B1a), surrounding a region of olivine-free perovskite bebedourites (B1b). The southern portion of the complex is composed of an independent intrusion of melanite bebedourites (B2). Subordinate petrographic variations perovskite-titanite-melanite bebedourites (B2a), and dykes of titanite and titanite-melanite bebedourites (B2b) that intrude B1. Syenite dykes (S1) also occur in the complex. A system of interconnected carbonatite and phoscorite ring dykes intrudes B1, especially the perovskite bebedourites. Two phoscorite units (P1 and P2), and at least five generations of carbonatite (C1 and C2 magnesiocarbonatites, C3 calciocarbonatites, C3a nelsonitic cumulates, and D4 magnesiocarbonatites) are recognized in the complex.

Mineral chemistry, whole-rock geochemistry, and stable and radiogenic isotope composition show that bebedourites, phoscorites, and carbonatites are related through a complex magmatic evolution, involving multiple stages of fractional crystallization and liquid immiscibility. The parental magma of the complex has composition similar to the phlogopite picrites typical of the APIP complexes. This primitive magma generated the olivine-perovskite bebedourites (B1a) as cumulates through crystal fractionation. The accumulation of perovskite and olivine induced an increase in P_2O_5 and CO_2 in the residual magma, resulting in the separation of immiscible silicate (perovskite bebedourites – B1b) and phoscorite (P1) liquids. Continued build-up of volatiles eventually lead to a second immiscibility event that produced the B2 melanite bebedourites and the

C1 magnesiocarbonatites. With further magma evolution, the carbonatite magma is subdivided in simpler fractions: Mg-rich (C2 magnesiocarbonatites), P- and Fe-rich (P2 phoscorites), and Ca-rich (C3 calciocarbonatites). The late-stage, Ba-rich, D4 magnesiocarbonatites were probably formed as a residue of the differentiation of the C2 magnesiocarbonatites, whereas the C3 calciocarbonatites are either the final product of the differentiation of P2 or evolved independently in a trend parallel to the latter. Fractionation of magnetite, apatite, and pyrochlore from the C3 calciocarbonatite magma generated the C3a nelsonitic cumulates. Melanite bebedourites (B2) evolved directly by crystal fractionation to the S1 syenites.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1 | 21 |
| INTRODUÇÃO | 21 |
| <i>1.1 Localização da área de estudo e vias de acesso</i> | 21 |
| <i>1.2 Complexos Alcalino-Carbonatíticos</i> | 23 |
| 1.2.1 Geração e modos de ocorrência | 23 |
| <i>1.3 Principais Séries Petrogenéticas</i> | 24 |
| 1.3.1 Série Silicática | 25 |
| 1.3.2 Série Carbonatítica | 26 |
| 1.3.3 Série Foscorítica | 28 |
| 1.3.4 Mineralogia de complexos alcalino-carbonatíticos | 31 |
| <i>1.4 Tipos De Diferenciação Em Complexos Alcalino-Carbonatíticos</i> | 31 |
| 1.4.1 Carbonatitos como líquidos primários | 32 |
| 1.4.2 Cristalização fracionada | 33 |
| 1.4.3 Imiscibilidade de líquidos | 35 |
| <i>1.5 Mineralizações Associadas a Complexos Alcalino-Carbonatíticos</i> | 43 |
| <i>1.6 Métodos e Amostragem</i> | 45 |
| <i>1.5 Referências Bibliográficas</i> | 47 |
| | |
| CAPÍTULO 2 | 55 |
| BEBEDOURITE FROM ITS TYPE AREA (SALITRE I COMPLEX): A KEY PETROGENETIC SERIES IN THE LATE-CRATACEOUS ALTO PARANAIBA KAMAFUGITE-CARBONATITE- PHOCORITE ASSOCIATION, CENTRAL BRAZIL | 55 |
| 2.1 Introduction | 56 |
| 2.2 Rock nomenclature considerations | 57 |
| 2.3 Regional Geological Setting | 60 |
| 2.3.1 The Salitre Complex | 63 |
| 2.4 Petrography of Salitre Bebedourites | 67 |
| 2.5 Mineral Chemistry | 72 |
| 2.5.1 Olivine | 72 |

| | |
|--|-----|
| 2.5.2 Pyroxene..... | 74 |
| 2.5.3 Phlogopite..... | 78 |
| 2.5.4 Perovskite..... | 82 |
| 2.5.5 Melanite..... | 84 |
| 2.5.6 Titanite..... | 86 |
| 2.5.7 Magnetite..... | 87 |
| 2.5.8 Apatite..... | 90 |
| 2.6 <i>Whole-Rock Geochemistry</i> | 93 |
| 2.6.1 Major element oxides..... | 94 |
| 2.6.2 Trace elements..... | 96 |
| 2.6.3 Rare Earth Elements..... | 97 |
| 2.7 <i>Sr and Nd Isotopes</i> | 98 |
| 2.8 <i>Discussion and Conclusions</i> | 101 |
| 2.9 <i>Acknowledgements</i> | 102 |
| 2.10 <i>References</i> | 102 |
| | |
| CAPÍTULO 3..... | 112 |
| | |
| FOSCORITOS DO COMPLEXO DE SALITRE, MG, BRASIL: ORIGEM E IMPLICAÇÕES PETROGENÉTICAS..... | 112 |
| | |
| 3.1 <i>Introdução</i> | 113 |
| 3.2 <i>Contexto Geológico Regional</i> | 114 |
| 3.3 <i>O Complexo de Salitre</i> | 116 |
| 3.3.1 Foscoritos..... | 117 |
| 3.4 <i>Petrografia</i> | 118 |
| 3.4.1 Foscoritos P1..... | 120 |
| 3.4.2 Foscoritos P2..... | 121 |
| 3.5 <i>Química Mineral</i> | 122 |
| 3.5.1 Olivina..... | 122 |
| 3.5.2 Flogopita..... | 127 |
| 3.5.3 Magnetita..... | 134 |
| 3.5.4 Apatita..... | 138 |

| | |
|--|-----|
| 3.5.5 Pirocloro | 143 |
| 3.6 <i>Geoquímica de Rocha Total</i> | 146 |
| 3.6.1 Elementos maiores | 146 |
| 3.6.2 Elementos- traço..... | 150 |
| 3.7 <i>Isótopos de C e O</i> | 156 |
| 3.8 <i>Isótopos de Sr e Nd</i> | 158 |
| 3.9 <i>Discussão e Conclusões</i> | 161 |
| 3.10 <i>Agradecimentos</i> | 163 |
| 3.11 <i>Referências Bibliográficas</i> | 163 |
| | |
| CAPÍTULO 4 | 173 |
| | |
| MINERALOGIA E PETROLOGIA DO COMPLEXO ALCALINO-FOSCORÍTICO-CARBONATÍTICO DE SALITRE I (MINAS GERAIS, BRASIL)..... | 173 |
| 4.1 <i>Introdução</i> | 174 |
| 4.2 <i>Contexto Geológico Regional</i> | 175 |
| 4.3 <i>O Complexo de Salitre</i> | 177 |
| 4.3.1 Bebedouritos..... | 180 |
| 4.3.2 Sienitos | 180 |
| 4.3.3 Foscoritos | 180 |
| 4.3.4 Carbonatitos | 181 |
| 4.4 <i>Química Mineral</i> | 187 |
| 4.4.1 Flogopita..... | 187 |
| 4.4.2 Olivina | 191 |
| 4.4.3 Magnetita..... | 195 |
| 4.4.4 Pirocloro | 198 |
| 4.5 <i>Geoquímica de Rocha Total</i> | 201 |
| 4.5.1 Elementos maiores | 203 |
| 4.5.2 Elementos-traço..... | 204 |
| 4.5.3 Elementos Terras Raras..... | 205 |
| 4.6 <i>Isótopos Estáveis de C e O</i> | 207 |
| 4.7 <i>Discussão e Conclusões</i> | 209 |
| 4.7.1 Magma parental – Origem do complexo..... | 209 |

| | |
|--|-----|
| 4.7.2 Processos de diferenciação magmática | 210 |
| 4.7.3 Modelo Petrogenético do Complexo de Salitre..... | 220 |
| 4.8 <i>Agradecimentos</i> | 222 |
| 4.9 <i>Referências Bibliográficas</i> | 222 |
| | |
| CAPÍTULO 5 | 234 |
| CONCLUSÕES..... | 234 |
| | |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 238 |
| | |
| LISTA DE ANEXOS | 258 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 – Mapa de localização e acesso à área de estudo..... | 22 |
| Figura 1.2 – Comparação entre geometria e tamanho de diversos Complexos Alcalino-Carbonatíticos no mundo. Rochas máficas e ultramáficas alcalinas estão representadas em tons de cinza, sienitos em tons de azul, foscoritos em tons de verde e carbonatitos em vermelho. Mapas: Tapira – Brod, 1999; Catalão I – Ribeiro, 2008; Araxá – adaptado de Silva et al., 1979; Serra Negra – Brod et al., 2004; Phalaborwa – adaptado de Yuhara et al., 2005; Lueshe – adaptado de Nasraoui & Bilal, 2000; St. Honoré – adaptado de Thivierge et al., 1983; Jacupiranga – adaptado de Constanzo et al., 2006; Salitre I – este trabalho..... | 24 |
| Figura 1.3 – Nomenclatura da série ijolítica segundo Le Bas, 1985..... | 25 |
| Figura 1.4 - Classificação química de carbonatitos (Woolley & Kempe, 1989) para rochas com SiO ₂ < 20%. Amostras plotadas para ilustração correspondem a carbonatitos de Salitre (Barbosa et al., 2009c – capítulo 4). | 27 |
| Figura 1.5 – Diagrama de classificação da série foscorítica (Yegorov, 1993). Amostras plotadas para ilustração correspondem a foscoritos do complexo de Salitre (Barbosa et al., 2009b – capítulo 3). Linha pontilhada representa 35%, limite usado por Yegorov (1993) para distinguir foscoritos primários e tardios no complexo de Guli, Maimecha-Kotui..... | 29 |
| Figura 1.6 – Classificação de foscoritos baseado nas abundâncias relativas de forsterita ou diopsídio, apatita e magnetita (Karchevsky & Moutte, 2004). | 30 |
| Figura 1.7 – Porção do diagrama pseudo-quaternário (projeção de Hamilton), distorcido e com exagero vertical de duas vezes, para permitir melhor visualização dos caminhos (setas 1, 2 e 3) de cristalização de líquidos silicáticos ricos em CO ₂ (Lee & Wyllie, 1998b)..... | 34 |
| Figura 1.8 – Dados de partição de elementos obtidos por Veksler et al. (1998). Campo cinza corresponde a elementos que tendem a ficar no líquido silicático. Notar o forte fracionamento que ocorre no par Nb-Ta, enquanto Zr-Hf este efeito é mais suave, apesar desses elementos apresentarem uma partição muito maior para o líquido silicático. | 36 |
| Figura 1.9 – Comportamento do KD _{sil/carb} de ETR de dados obtidos por Hamilton et al. (1989), considerando: (a) variações na temperatura, a uma pressão constante (3Kb), e (b) variações na pressão, a uma temperatura constante (1250° C). Campo cinza corresponde à tendência do elemento permanecer no líquido silicático. Notar o padrão de fracionamento de ETR leves em relação aos pesados. | 37 |
| Figura 1.10 – Variação do KD de elementos-traço entre pares de líquidos conjugados silicático-carbonatítico de diferentes composições, mostradas pelos valores da razão NBO/T (Hamilton et al., 1989). Ver texto para explicações adicionais. Campo cinza corresponde à tendência do elemento permanecer no líquido silicático..... | 39 |
| Figura 1.11 – Coeficientes de partição de elementos-traço obtidos experimentalmente entre apatita e líquido carbonático por Klemme & Dalpe (2003), em três tipos composicionais diferentes: fluorapatita, hidroxi-apatita e cloroapatita..... | 40 |
| Figura 1.12 – Resultados para partição de elementos-traço obtidos por Prowatke & Klemme (2006) em: (a) apatita-líquido silicático; (b) líquido fosfático - líquido silicático. | 41 |
| Figura 1.13 – Esquema ilustrando o esquema de imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico (duas fases) e imiscibilidade de líquidos carbonato-sais (polifásico) em magmas gerados em profundidade durante lento resfriamento e cristalização na crosta da Terra (Panina & Motorina, 2008)..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Figure 2.1 – Modal composition of bebedourites from the Salitre (this work) and Tapira (Brod, 1999) complexes in the Alto Paranaíba Igneous Province (APIP). The central variable is vol. % of clinopyroxene. White circles represent rocks with more than 50 vol. % of clinopyroxene. Mel = melanite garnet, Tit = titanite. | 58 |
| Figure 2.2 – Geological map of the Alto Paranaíba Igneous Province. Adapted from Oliveira et al. (2004). | 62 |
| Figure 2.3 – Interpretative geologic sketch of the Salitre complex showing the areas studied by Morbidelli et al. (1997) and the drill cores examined and sampled during this work. Other B2-type bebedourites (B2a and B2b) are dykes cutting B1 intrusion, and not representable in this scale. See text for further explanation. | 65 |
| Figure 2.4 – Textural and structural aspects of Salitre bebedourites. (a) common aspect of medium-grained perovskite bebedourite. (b) coarse-grained bebedourite with oriented crystals, cut by fine-grained dykes of titanite-bebedourite. (c) contact between clinopyroxene-rich and perovskite-rich layers, both cut by a carbonatite vein; note that an anatase rim develops near the contact of the vein with the perovskite-rich rock, but is absent in the other portion. (d) melanite bebedourite cut by carbonatite veins; metasomatic alteration converts the green bebedourite in a reddish-brown phlogopitite. | 68 |
| Figure 2.5 - Petrographic features of Salitre bebedourites. (a) optically zoned euhedral perovskite crystals in a particularly perovskite-rich bebedourite. (b) poikilitic melanite crystals in melanite bebedourite. (c) perovskite surrounded by a titanite rim, which is in turn enclosed in anhedral interstitial melanite, suggesting a change of the Ca-Ti phase as silica activity increases (perovskite-titanite-melanite bebedourite). (d) perovskite from a perovskite-titanite-melanite bebedourite, shielded in a diopside grain. (e) perovskite inclusion in phlogopite; note that the perovskite is coated in titanite but not in melanite. (f) titanite bebedourite showing flow-oriented texture. (g) titanite-melanite bebedourite showing small titanite relics within large melanite crystals. (h) interstitial (atoll-like) melanite. | 71 |
| Figure 2.6 - Ranges and averages of olivines in cumulate rocks from Catalão I (Araújo, 1996), Salitre II (Morbidelli et al., 1997), Tapira (Brod, 1999), and Salitre I (this work). Note that the averages for Salitre and Tapira cumulates are lower than Catalão I, which means that the latter magmas are possibly more primitive. Composition of olivine phenocrysts in phlogopite-picrite fine-grained dykes from Tapira (Brod, 1999) and Catalão II (Melo, 1999) are also plotted for comparison. | 74 |
| Figure 2.7 – Q-J and Quad classification diagrams of Morimoto et al. (1988) for the pyroxenes in Salitre bebedourites. Note the progressive increase in the hedenbergite molecule from B1a to B1b. Dashed line represents the field of the melanite bebedourites – B2, which have a less evolved composition, plotting near the early stages of B1 bebedourites, followed by pyroxenes from B2a and B2b types. Additional fields from Morbidelli et al. (1997) for pyroxene in perovskite- and olivine- rich rocks from Salitre I and II, and in Salitre I syenites (solid lines) are plotted for comparison. | 76 |
| Figure 2.8 – Possible substitution schemes in pyroxenes from the Salitre bebedourites: (a) diopside-aegirine substitution, observed in all bebedourite types; (b) coupled Mg and Si for Ti and Al substitution, present only in B1a, B1b and cores of B2a bebedourites; (c) coupled substitution of Mg and Si for Fe ³⁺ and Al, that occurs in B2, B2b, and in the rims of B2a pyroxene; (d) Ti and Na abundances in pyroxenes from the Salitre bebedourites – B1a, B1b, and the cores of B2a are Ti-rich and Na-poor, whereas B2, B2b, and the rims of B2a pyroxene are Na-rich and Ti-poor. Symbols as in Fig. 2.7. | 78 |
| Figure 2.9 – Composition of phlogopites from the Salitre bebedourites. (a) Classification of the analysed phlogopites in the system Mg-Al-Fe. (b) Ti vs Fe ²⁺ /(Fe ²⁺ + Mg), showing Ti enrichment in micas from perovskite-bearing rocks. Crosses = melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.7. Shaded and dashed fields in (b) encompass micas from the B1a+B1b+B2a and B2+B2b, respectively. Mica composition from Morbidelli et al. (1997) for cumulates from both Salitre I and II intrusions, as well as from Salitre I carbonatites are plotted for comparison (dotted outlines). | 80 |
| Figure 2.10 - BaO (wt. %) variation with evolution of phlogopite in the Salitre I bebedourites. Crosses= melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.7. | 81 |

| | |
|--|-----|
| Figure 2.11 – Classification of perovskite from Salitre bebedourites in the (a) perovskite-loparite-lueshite system and (b) perovskite-loparite-tausonite system (Mitchell, 2002). Symbols as in Fig. 2.7. Additional data from Morbidelli et al. (1997) for perovskite from Salitre I and II cumulates are plotted in a separate field for comparison. | 83 |
| Figure 2.12 – (a) Composition range and classification of Ti-rich garnets from Salitre bebedourites based on the TiO ₂ (wt. %) content (Deer et al., 1992). (b) to (d) Variation trends for selected cations (atoms per formula unit). | 86 |
| Figure 2.13 – Composition of magnetites from the Salitre bebedourites. The evolution trends of spinel-group minerals associated with the APIP carbonatite complexes (shaded fields, Brod et al., 2005), and data from Morbidelli et al. (1997, dashed fields) are shown for comparison. Note that magnetite from Salitre I bebedourites have a more evolved composition than that from Salitre II bebedourites. Symbols as in fig. 2.7. | 89 |
| Figure 2.14 – Composition of apatite from the Salitre bebedourites, compared with apatite in similar rocks from the Tapira Complex (our unpublished data). Apatite from bebedourites with perovskite as the sole Ca-Ti phase have lower SrO and REE contents than apatite from bebedourites with other Ca-Ti minerals (titanite and melanite). Symbols as Fig.2.7. | 91 |
| Figure 2.15 – Types of substitutions in apatite from Salitre I bebedourites: a) Britholite-type substitution; b) belovite-type substitution (Hogarth, 1989). Note that rocks with Ca-Ti silicates show higher amounts of britholite-type substitution than bebedourites where perovskite is the only Ca-Ti phase. Symbols as Fig.2.7. | 93 |
| Figure 2.16 – Chondrite-normalized (Thompson et al., 1984) trace-element diagrams for average bebedourite types from the Salitre Complex. All analysed types have similar behaviour, except for olivine perovskite-rich bebedourites, which are strongly affected by perovskite accumulation. An ICP-MS analysis of perovskite from the Tapira Complex (Brod, 1999) is plotted for comparison (red line with diamonds). Other symbols as in fig. 2.7. | 97 |
| Figure 2.17 – Chondrite-normalized (Boynnton, 1984) rare-earth element diagrams for average bebedourite types from the Salitre Complex. Olivine- and perovskite-rich bebedourites show the strongest LREE/HREE fractionation, followed by olivine-free bebedourites. Note that melanite bebedourites (B2) are slightly less fractionated than the other Ca-Ti-silicate-bearing rocks. An ICP-MS analysis of perovskite from the Tapira Complex (Brod, 1999) is plotted for comparison (red line with diamonds). Other symbols as in fig. 2.7. | 98 |
| Figure 2.18 – Sr- and Nd-isotope composition of Salitre bebedourites, which are consistent with other APIP rocks. Melanite bebedourites (cross) are less evolved than the other bebedourites. Symbols as in Fig. 7. Fields from Gibson et al. (1995a). | 99 |
| Figure 2.19 – Sr-isotope initial ration vs. SiO ₂ (wt. %) for the Salitre bebedourites, showing some evidence of crustal assimilation for the titanite and titanite melanite bebedourites (solid line), whereas the other bebedourites evolve along a contamination-free trend (gray field). Simbols as fig. 2.7. | 100 |
| Figura 3.1 – Mapa geológico da Província Ígnea do Alto Paranaíba (adaptado de Oliveira et al., 2004). | 115 |
| Figura 3.2 – Esquema geológico baseado em zonas de predominância dos principais tipos litológicos em testemunhos de sondagem do Complexo de Salitre (adaptado de Barbosa, 2009). Ver texto para explicação. | 116 |
| Figura 3.3 – aspectos de foscoritos de Salitre: (a) e (b) aspecto de foscoritos ricos em lamelas até centimétricas de flogopita, com grãos rosados de olivina parcialmente alterada; (c) foscorito rico em magnetita, com bolsão de carbonato; (d) foscorito rico em magnetita cortado por vênulas de carbonatito, que provocam a flogopitização da encaixante. Ol= olivina, ap = apatita, mt = magnetita, pcl = pirocloro, phl = flogopita. | 119 |
| Figura 3.4 – (a) Diagrama de Yegorov para nomenclatura de rochas da série foscorítica (Yegorov, 1993); (b) proporção modal dos principais minerais presentes em cada tipo petrográfico da série foscorítica de Salitre. | 120 |

- Figura 3.5 – Aspecto geral de foscorititos de Salitre: a) aspecto geral de P1, com textura equigranular e grãos bem formados de flogopita (nicóis cruzados); b) olivina e apatita cumulus em P2 (nicóis cruzados); c) textura microporfírica de P2, com olivina e magnetita em uma matriz com grãos menores de olivina, magnetita, apatita e pirocloro, com carbonato intersticial (nicóis cruzados); d) bolsão de carbonato em P2 (nicóis cruzados). 122
- Figura 3.6 – (a) pseudomorfo de clinohumita sobre olivina em P1; (b e c) inclusões de opacos marcando linhas de crescimento em olivina de P1(nicóis paralelos e cruzados, respectivamente). Notar lamelas de flogopita deformadas devido à movimentação do magma parcialmente cristalizado no canto superior direito de c; (d) grãos bem formados de olivina em P2; (e) grão de olivina em P2 com inclusões fluidas em padrão radial. 123
- Figura 3.7 – (a) classificação da olivina de foscorititos de Salitre I em termos da solução-sólida forsterita-faialita; (b) relação entre a quantidade de MgO presente na rocha e na olivina (média das análises). Símbolos como na figura 4. Campos cinza claro = dados de química mineral e rocha total de olivina bebedouritos (Barbosa et al., 2009 – capítulo 2) de Salitre I. 125
- Figura 3.8 – (a) e (b) relação de $MgO/FeO+MgO$ dos grãos analisados com CaO e MnO, respectivamente. Símbolos como na figura 4. Campo cinza claro = olivina bebedouritos (Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) do complexo de Salitre I. 126
- Figura 3.9 – relação entre o teor de NiO (%) em olivina (médias das análises) e teor de Ni (ppm) nas rochas correspondentes. Símbolos como na figura 4. Campo cinza claro = rochas silicáticas com olivina (Barbosa et al., 2009 – capítulo 2) do complexo de Salitre I. A forte correlação positiva sugere que, ao contrário do MgO, o teor de Ni na olivina é fortemente dependente do teor de Ni disponível no sistema. 127
- Figura 3.10 – Diagrama Al-Mg-Fe²⁺+Fe³⁺, para classificação da flogopita da série foscoritica de Salitre I. O diagrama no canto inferior direito mostra os campos correspondentes da flogopita em bebedouritos (Barbosa et al.2009a – capítulo 2) do complexo. Símbolos como na figura 3.4..... 130
- Figura 3.11 – aspectos texturais de flogopita em diferentes tipos petrográficos de foscorititos de Salitre: (a) flogopita com pleocroísmo verde-laranja em P1; (b) raro grão de flogopita encontrado nos foscorititos P2, mostrando uma zona externa descontínua com pleocroísmo em tons de vermelho mais forte. 130
- Figura 3.12 – relação de MgO no grão de flogopita (média de análises) versus MgO na respectiva rocha. Símbolos como na figura 3.4. Campos correspondem a bebedouritos de Salitre I –B1a, B1b e B2 (Barbosa et al., 2009 – capítulo 2)... 131
- Figura 3.13 – relação da razão $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ com (a) Al₂O₃; (b) TiO₂; (c) BaO, para as unidades P1 e P2 de Salitre I. Os campos composicionais de flogopita em das gerações distintas de bebedourito de Salitre I (B1a, B1b e B2, Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) e em foscorititos dos complexos de Kovdor (Krasnova et al., 2004b), Sokli (Lee et al., 2003) e Vuorijarvi (Karchevsky & Moutte, 2004), pertencentes à província de Kola, são mostrados para comparação. 132
- Figura 3.14 – mecanismos de substituição em flogopita de P1: (a) $K + Si = Ba + IVAl$; (b) $K + Si = Ba + Fe^{3+}$; (c) correlação negativa Si – Ba; (d) correlação negativa na proporção 1:1 ente K + Si e Ba + IVAl + IVFe³⁺. Todas as variáveis são cátions por unidade de fórmula. Note que a ausência de correlação no diagrama (b) indica que a entrada de Ba na flogopita não está ligada à substituição na série flogopita-tetra-ferriflogopita. 133
- Figura 3.15 – Variação de BaO em flogopita de foscorititos de Salitre I, em função do TiO₂. Nota-se na figura que o teor de BaO diminui com a diminuição de TiO₂ para flogopitas de foscorititos P1. Símbolos como na figura 3.13. 134
- Figura 3.16 – Aspectos da magnetita de Salitre: (a) grão anédrico intersticial em P1 (nicóis paralelos); (b) grão euédrico, poiquilítico, englobando olivina em P2 (nicóis cruzados); (c) bordas corroídas em magnetita de P2 (nicóis paralelos). 135
- Figura 3.17 – relação da quantidade de MgO em magnetita de foscorititos de Salitre com (a) TiO₂; (b) Al₂O₃; (c) MnO; (d) NiO. Campos representativos da composição de bebedouritos de Salitre I (Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) e de

foscoritos da província de Kola (Karchevsky & Moutte, 2004; Lee et al., 2005, Krasnova et al., 2004b) são mostrados para comparação. Símbolos e campos como na figura 3.13..... 137

Figura 3.18 – Diagrama Ti – Fe³⁺, mostrando os trends cromita-ulvoespinélio e ulvo-espinélio-magnetita. Os campos de magnetita dos bebedouritos de Salitre (Barbosa et al., 2009a, capítulo 2) e Tapira (Brod et al., 2005, além das composições de magnetita nos magmas parentais dos complexos da APIP (Brod et al., 2005) são mostrados para comparação. Outros símbolos como na figura 3.13. 138

Figura 3.19 – Grãos prismáticos arredondados de apatita de foscoritos de Salitre: (a) freqüente presença de inclusões em P1 (nicóis cruzados); (b) limpos em P2 (nicóis cruzados). 140

Figura 3.20 – Substituições presentes em apatita de foscoritos de Salitre: (a) substituição do tipo britolita; (b) substituição do tipo belovita (Hogarth, 1989); (c) substituição de Ca por Sr. Campos: linha sólida refere-se a apatita de bebedouritos do tipo B1b de Salitre, enquanto o linha tracejada corresponde a bebedouritos B2 de Salitre (Barbosa et al., 2009a, capítulo 2). Símbolos como na figura 3.13. 141

Figura 3.21 – Comparação da apatita de foscoritos de Salitre com outras ocorrências de foscoritos. Campo pontilhado representa a composição de apatita dos foscoritos de Kola (Kovdor, Krasnova et al. 2004b; Vuoriyarvi, Karchevsky & Moutte, 2004; Sokli, Lee et al. 2004) Campo azul escuro representa apatitas de foscoritos da unidade P1 de Catalão I e campo azul claro representa a composição de apatita em nelsonitos tardios e dolomita carbonatitos associados de catalão I (Cordeiro et al., 2009a). Símbolos como na figura 3.13. 142

Figura 3.22 – Diagrama de classificação do pirocloro, baseado na relação TiO₂ – Nb₂O₅ – Ta₂O₅ (Hogarth, 1977), mostrando a composição de pirocloro da unidade P2 do complexo de Salitre I. Para comparação são mostrados os campos de pirocloro em foscoritos de Sokli (P2 = amarelo escuro, P3 = amarelo claro, Lee et al., 2006) e Catalão I (P2 = azul escuro, P3 = azul claro, Cordeiro et al., 2009b) Símbolos como na figura 3.13. 145

Figura 3.23 – Relação da concentração de elementos maiores selecionados com a abundância dos minerais relevantes dos foscoritos de Salitre. Note a correlação muito forte de P₂O₅ com apatita, e uma correlação acentuada, embora com maior dispersão, entre SiO₂ e olivina + flogopita e entre Fe₂O₃ e magnetita, sugerindo que estes elementos estão controlados por fases cumulus. Símbolos como na figura 3.13. 147

Figura 3.24 – (a) Evolução da série foscorítica (este trabalho) e das rochas silicáticas associadas (Barbosa et al., 2009a – Capítulo 2) do complexo de Salitre I. Para melhor visualização, foram plotadas composições médias de minerais que ocorrem tipicamente em complexos alcalinos (pv= perovskita, ap= apatita, mt= magnetita, di= diopsídio, flog= flogopita, ol= olivina - média de análises de Salitre; cc= calcita, dol= dolomita, Kf= k-feldspato – média de análises de Tapira – Brod, 1999); (b) Comparação dos padrões de evolução de Salitre com os dos complexos de Catalão I (Cordeiro et al., 2009b) na APIP e de Kovdor e Vuoriyarvi (Krasnova et al., 2004, e dados adicionais disponibilizados em <http://www.emse.fr/~moutte/>), na Província de Kola. Note que em todos os casos, há um padrão bifurcado que separa a série silicática da série foscorítica, sugerindo imiscibilidade de líquidos. Note ainda que a bifurcação ocorre em estágios distintos de evolução para cada complexo. (c) Diminuição de P₂O₅ na direção P1-P2. 148

Figura 3.25 – (a) diagramas multielementares normalizados com os valores de Thompson et al. (1984) e (b) diagrama de REE normalizados ao condrito (Boynon, 1984) para cada grupo descrito. 151

Figura 3.26 – Gráficos das razões normalizadas (Thompson et al., 1984): (a) Zr/Nb; (b) Nb/Ta; (c) Zr/Hf para foscoritos de Salitre I. Razões de bebedouritos de Salitre (campo cinza) são plotados para comparação. Nota-se fracionamento de HFSE₄₊ em relação a HFSE₅₊ em Zr/Nb, enquanto Nb/Ta são fracionados apenas em imiscibilidade de líquidos (ver texto) e Zr/Hf não são afetados por eventos de diferenciação. Símbolos como figura 3.13. Setas indicam a evolução dos bebedouritos de Salitre, no sentido B1-B2 (Barbosa et al., 2009 – capítulo 2). 155

Figura 3.27 – Isótopos estáveis de carbono e oxigênio em foscoritos de Salitre (em %, relativos a V-PDB e V-SMOW, respectivamente). Campo tracejado corresponde a carbonatos primários (“primary carbonatite field”, de Taylor et al.,

1967). Setas indicam principais processos na mudança da composição isotópica de carbonatos (Deines, 1989, Demény et al., 2004). Campo amarelo-claro corresponde à composição de carbonatitos de Salitre (Barbosa et al., 2009c - capítulo 4). Símbolos como na figura 3.13. 157

Figura 3.28 – Composição isotópica de foscoritos do complexo de Salitre (símbolos como na Figura 3.13), comparada com bebedouritos de Salitre (campo cinza, Barbosa et al., 2009a – capítulo 2), e a outras ocorrências mundiais. Campo da Província Ígnea do Alto Paranaíba segundo Gomes & Comin-Chiaramonti (2005). Campos composicionais da Província de Kola segundo Zaitsev & Bell (1995), Dunworth & Bell (2001) e Bell & Rukhlov (2004). Rochas ultramáficas de Catalão I e II segundo Gomes & Comin-Chiaramonti (2005) e Cordeiro et al. (2009a), e nelsonitos de Catalão I segundo Cordeiro et al. (2009a). Dados de Phalaborwa segundo Yuhara et al. (2005). 160

Figura 4.1 – Mapa geológico da Província Ígnea do Alto Paranaíba (adaptado de Oliveira et al., 2004). 177

Figura 4.2 - Esquema geológico do substrato do corpo de Salitre I, com base em informações de campo e testemunhos de sondagem. Adaptado de Barbosa (2009). 178

Figura 4.3 – a) calciocarbonatito, com camadas (“fitas”) descontínuas de apatita e magnetita, cortado por dique de magnesiocarbonatito; b) calciocarbonatito com grãos de carbonato bem formados e estrutura maciça; c) gradação composicional por acamamento magmático, de calciocarbonatito praticamente puro a cumulados de composição foscorítica (apatita± magnetita± olivina); d) acumulação de magnetita, apatita e pirocloro subordinado, gerando um cumulado nelsonítico a partir de um carbonatito, camadas deformadas por fluxo; e) agregado granular de apatita (apatitito) no interior de carbonatito. ap = apatita, mt = magnetita, pcl = pirocloro, phl = flogopita, cbnt = carbonato. . 182

Figura 4.4 – Classificação química de carbonatitos de Woolley & Kempe (1989) para: a) magnesiocarbonatitos C1 e C2 e b) calciocarbonatitos C3 e magnesiocarbonatitos D4 (ver texto para detalhes). 183

Figura 4.5 – a) sienito com microfenocristais de aegirina em matriz de aegirina e K-feldspato, nicóis paralelos; b) microfenocristal de K-feldspato em matriz de K-feldspato e aegirina em sienitos de Salitre, nicóis cruzados; c) agregado irregular de apatita em magnesiocarbonatito C1, notar flogopita com borda de tetra-ferriflogopita, nicóis paralelos; d) porção foscorítica em calciocarbonatitos C3, com olivina de granulação variável, nicóis cruzados; e) calciocarbonatito nelsonítico C3a, com acamamento magmático, nicóis paralelos; f) aspecto geral do carbonatito puro C3, nicóis cruzados; g) grão de olivina zonado em calciocarbonatito C3, nicóis cruzados; h) agregado glomero-porfirítico de apatita em carbonatito C3, nicóis cruzados; i) agregado radial de apatita acicular em calciocarbonatito C3, nicóis cruzados; j) grão de pirocloro em calciocarbonatito C3, nicóis paralelos. Legenda: px- piroxênio; Kf- K-feldspato; cbnt- carbonato; ap- apatita; ol- olivina; phl- flogopita; tfp- tetra-ferriflogopita; mt- magnetita; pcl- pirocloro. 186

Figura 4.6 – Diagrama de classificação para flogopita em diferentes litotipos do complexo de Salitre: a) magnesiocarbonatitos C1, calciocarbonatitos C3 e cumulados nelsoníticos C3a; b) campos pertencentes a outras unidades do complexo de Salitre (B1a, B1b e B2 – bebedouritos, P1 e P2 – foscoritos – dados de Barbosa et al., 2009a – capítulo 2 e Barbosa et al., 2009b – capítulo 3, respectivamente). 190

Figura 4.7 – Relação Al_2O_3 x TiO_2 em mica: a) carbonatitos de Salitre C1, C3 e C3a, comparados com bebedouritos (linha preta) e foscoritos (linha cinza) de Salitre; b) campos referentes a bebedouritos (B1a, B1b e B2- Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) e foscoritos (P1 e P2 – Barbosa et al., 2009b – capítulo 3) de Salitre. Campos e símbolos como na figura 4.6. 191

Figura 4.8 – Intervalos composicionais em olivina de carbonatitos de Salitre comparada a olivinas de bebedouritos (B1a) e foscoritos (P1 e P2) de Salitre: a) teor de forsterita. No gráfico, observa-se um aumento no teor de Fo no sentido bebedourito-foscorito-carbonatito; b) Relação do MgO na rocha com a média de MgO na olivina correspondente; c) Relação do CO_2 na rocha com a média de MgO na olivina correspondente; d) Relação da razão $MgO/MgO+FeO$ da olivina com CaO e e) com MnO em olivinas de carbonatitos, comparadas a olivina bebedouritos e foscoritos de Salitre. Campos correspondem a bebedouritos (B1a) e foscoritos (P1 e P2) de Salitre. Símbolos e campos como na figura 4.6. Dados de química mineral e geoquímica de rocha total de bebedouritos segundo Barbosa et al., 2009a – capítulo 2 e de foscoritos segundo Barbosa et al., 2009b – capítulo 3. 193

- Figura 4.9 – Relação MgO versus TiO₂ em magnetitas de Salitre: (a) carbonatitos C1, C3 e C3a, comparados com bebedouritos (linha preta) e foscoritos (linha cinza) de Salitre; (b) campos referentes a bebedouritos (B1a, B1b e B2 – Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) e foscoritos (P1 e P2 – Barbosa et al., 2009b – capítulo 3) de Salitre; (c) e (d) relação de centro-borda em grãos de magnetita de carbonatitos, mostrando que a diminuição do TiO₂ acompanha a diminuição do MgO. As setas menores nas figuras 9c e 9d correspondem à relação centro-borda em grãos individuais. Campos e símbolos como na figura 4.6. Ver texto para maiores detalhes. 198
- Figura 4.10 – Comportamento dos pirocloros de Salitre: (a) classificação do pirocloro, segundo Hogarth (1977), mostrando a diferença entre pirocloro de foscoritos (campo vermelho; dados de Barbosa et al., 2009 – capítulo 3) e carbonatitos; (b) substituição de Ca + Na por Ba no sítio A; (c) diagrama Ca-Na-vacância no sítio A, mostrando que o pirocloro de magnesiocarbonatitos C1 apresenta vacância no sítio A causada pela substituição Ca+Na por Ba. 201
- Figura 4.11 – Diagramas multielementares normalizados aos valores de Thompson et al. (1984), para carbonatitos (C1, C2, C3, C3a e D4), bebedouritos (B1a, B1b e B2, dados de Barbosa et al., 2009 – capítulo 2), foscoritos (P1 e P2, dados de Barbosa et al., 2009 – capítulo 3) e sienitos (S1) de Salitre. 205
- Figura 4.12 – Diagramas de elementos terras raras normalizados ao condrito (Boynton, 1984) para carbonatitos (C1, C2, C3a, C3 e D4), bebedouritos (B1a, B1b e B2), foscoritos (P1 e P2) e sienitos (S1) de Salitre. Campos e símbolos como na figura 4.11. 206
- Figura 4.13 – Isótopos de C e O para carbonatitos de Salitre. Campos correspondem aos foscoritos (P1 e P2) de Salitre, para comparação. Campo tracejado corresponde a carbonatos primários (“primary carbonatite field”, de Taylor et al., 1967). Setas indicam principais processos na mudança da composição isotópica de carbonatos (Deines, 1989, Demény et al., 2004). Símbolos e campos como na figura 4.11. 209
- Figura 4.14 - Gráficos de fracionamento químico envolvendo a média dos pares imiscíveis de Salitre, com o intuito de observar o comportamento dos elementos em relação aos valores de partição disponíveis para cada tipo de imiscibilidade: a) fosfático-silicático (par P1-B1b); b) carbonatítico-silicático (par B2-C1); c) fosfático-carbonatítico (par P2-C2). Dados de bebedouritos (B1b e B2) e foscoritos (P1 e P2) de Salitre de Barbosa et al., (2009a – capítulo 2), e Barbosa et al., (2009b – capítulo 3), respectivamente. 215
- Figura 4.15 – Diagramas de elementos terras raras normalizados à média do flogopita picrito do complexo de Tapira (APIP, Brod et al., 2000), para pares imiscíveis do complexo de Salitre – bebedouritos B1b e B2 em Barbosa et al., 2009a (capítulo 2) e foscoritos P1 e P2 em Barbosa et al., 2009b (capítulo 3). 218
- Figura 4.16 – Esquema de evolução petrogenética proposto para o Complexo de Salitre. Ver texto para explicações adicionais. Setas indicam os processos de diferenciação. Abreviações: beb- bebedourito; ol- olivina; pv- perovskita; mel- melanita; tit- titanita; pcl- pirocloro; mg-carb- magnesiocarbonatito; ca-carb- calciocarbonatito. 220
- Figura 4.17 – Desenho esquemático para a evolução do complexo de Salitre. Ver texto para detalhes. 222

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1.1 - Classificação petrográfica de carbonatitos (baseada em Le Maitre, 2002), definida previamente por Streckeisen 1980. (*) Raro, descrito apenas em Oldoinyo Lengai, Tanzânia. | 27 |
| Table 2.1 – Representative olivine compositions from Salitre B1a bebedourites. | 72 |
| Table 2.2 – Representative analyses of pyroxene from the Salitre bebedourites. | 75 |
| Table 2.3 – Representative phlogopite analyses from Salitre bebedourites. | 79 |
| Table 2.4 – Representative analyses of perovskite from Salitre bebedourites. | 82 |
| Table 2.5 – Representative analyses of melanite from Salitre bebedourites. | 85 |
| Table 2.6 – Representative titanite analyses from Salitre bebedourites. | 87 |
| Table 2.7 – Representative analyses of magnetite from Salitre bebedourites. | 88 |
| Table 2.8 – Representative analyses of apatite from the Salitre bebedourites. | 92 |
| Table 2.9 – Representative whole-rock chemical analyses of bebedourites from the Salitre Complex. | 94 |
| Table 2.10 – Sr- and Nd-isotope data for the Salitre bebedourites. | 99 |
| Tabela 3.1 – análises representativas de olivina dos foscoritos de Salitre I. | 124 |
| Tabela 3.2 – Análises representativas de flogopita dos foscoritos de Salitre I. | 128 |
| Tabela 3.3 – Análises representativas de magnetita de foscoritos de Salitre. | 135 |
| Tabela 3.4 – Análises representativas de apatita de foscoritos de Salitre I. | 139 |
| Tabela 3.5 – Análises representativas de pirocloro de foscoritos de Salitre I. | 144 |
| Tabela 3.6 – Análises de elementos maiores e traço de foscoritos de Salitre. | 149 |
| Tabela 3.7 – Composição isotópica de carbono e oxigênio dos foscoritos de Salitre. | 157 |
| Tabela 3.8 – Dados isotópicos de Sr e Nd dos foscoritos do complexo de Salitre. | 159 |
| Tabela 4.1 – Análises representativas de flogopita dos carbonatitos de Salitre. | 188 |
| Tabela 4.2 – Análises representativas de grãos de olivina em carbonatitos de Salitre. | 192 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 4.3 – Análises representativas de magnetita para carbonatitos de Salitre. | 195 |
| Tabela 4.4 – Análises representativas de pirocloro de carbonatitos de Salitre. | 199 |
| Tabela 4.5 – Análises representativas de elementos maiores e traço em carbonatitos e sienitos de Salitre I. | 202 |
| Tabela 4.6 – Composição isotópica de carbonatitos do complexo de Salitre. | 207 |

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O estudo de gênese e evolução de carbonatitos e rochas alcalinas associadas desperta grande interesse, devido tanto à complexidade e variedade dos processos petrológicos envolvidos quanto às importantes mineralizações que essas rochas contêm. Dentre as diversas áreas de ocorrência de complexos alcalino-carbonatíticos no Brasil, a Província Ígnea do Alto Paranaíba (APIP) destaca-se pela associação relativamente rara de carbonatitos com rochas alcalinas ultrapotássicas, pelas particularidades petrográficas resultantes dessa associação e pela abundância e variedade dos depósitos minerais gerados nos complexos. O Complexo Alcalino-Carbonatítico de Salitre I, pertencente à APIP, foi escolhido como tema para o presente estudo.

Esta tese de doutorado está dividida em quatro partes: a primeira é uma revisão sobre complexos alcalino-carbonatíticos, seguida de três capítulos elaborados na forma de artigo, cada um abordando uma das séries petrogenéticas presentes no complexo. O primeiro artigo, intitulado “Bebedourite, a key rock-type in the Late-Cretaceous Alto Paranaíba kamafugite-carbonatite-phoscorite association: the case of the Salitre I Complex, Central Brazil”, discorre sobre aspectos das rochas silicáticas do complexo – a série bebedourítica. O segundo trabalho caracteriza as rochas da série foscorítica, e tem o título “Foscoritos do Complexo de Salitre, MG, Brasil: origem e implicações petrogenéticas”. O terceiro trabalho, “Mineralogia e Petrologia do Complexo alcalino-foscorítico-carbonatítico de Salitre I (Minas Gerais, Brasil)”, que conclui a tese, aborda em maior detalhe a série carbonatítica e propõe um modelo petrológico integrado que relaciona as três séries petrogenéticas do complexo de Salitre.

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E VIAS DE ACESSO

O Complexo Alcalino-Carbonatítico de Salitre ocorre imediatamente a sul do complexo de Serra Negra, na região de Patrocínio, MG. Situa-se a cerca de 600 km de Brasília, via BR-040 até Cristalina, e daí, via BR-050, até Uberlândia, e então pela BR-365 até o município de Patrocínio (Fig. 1.1).

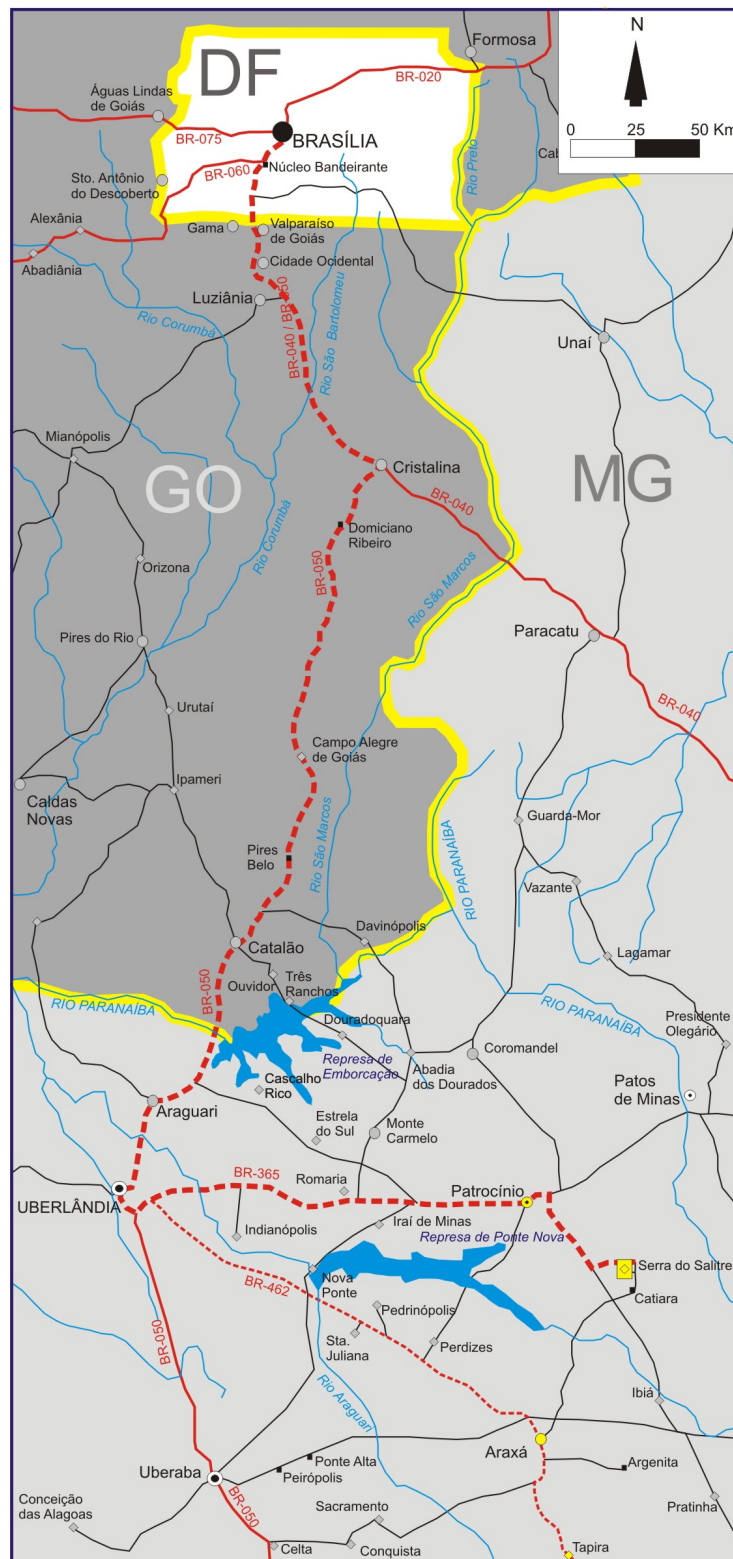


Figura 1.1 – Mapa de localização e de acesso à área de estudo.

1.2 COMPLEXOS ALCALINO-CARBONATÍDICOS

Carbonatitos são rochas ígneas intrusivas ou extrusivas que contêm mais de 50% em volume de carbonatos. Geralmente as associações de carbonatos compreendem dolomita, calcita, calcita-dolomita, ankerita e siderita, e grande variedade de acessórios (Streckeisen, 1980, Wooley & Kempe, 1989).

1.2.1 GERAÇÃO E MODOS DE OCORRÊNCIA

A forma mais comum de ocorrência de carbonatitos é em associação com rochas silicáticas alcalinas, na forma de complexos plutônicos, *plugs*, *cone sheets*, diques, raros *sills*, tefra e derrames (Barker, 1989), sendo que o volume do magma carbonatítico é subordinado. O magma carbonatítico também pode originar-se diretamente por fusão de uma fonte mantélica, caso em que geralmente ocorre como corpos isolados, sem relação óbvia com outros tipos de rochas alcalinas, sendo assim designado carbonatito primário (e.g. Harmer & Gittins, 1997a, 1998; Lee & Wyllie, 2000).

Woolley & Kjarsgaard (2008) reportam a ocorrência de 527 carbonatitos no mundo, e dessas, cerca de 76% estão temporal e espacialmente associadas com rochas silicáticas alcalinas. Raramente a série foscorítica está presente (21 ocorrências, segundo Krasnova *et al.*, 2004), sempre em íntima associação com os carbonatitos, formando zonas arqueadas e/ou anelares, e veios circundando núcleos de carbonatitos em complexos intrusivos.

Os complexos plutônicos estão concentrados em sistemas de falhas e lineamentos, freqüentemente formam domos circulares-ovalados (Figura 1.2), circundados por uma auréola de metassomatismo (fenitos), e apresentam alto grau de intemperismo, devido à rápida dissolução de seus componentes (Barker, 1989).

A evolução desses complexos geralmente apresenta múltiplos estágios de intrusão e envolve processos petrogenéticos como cristalização fracionada e/ou imiscibilidade de líquidos, a partir de magmas primitivos alcalinos, sódicos ou potássicos. Os magmas primitivos de composição sódica, geralmente nefelinitos, dão origem a rochas silicáticas da série ijolítica (jacupiranguito-melteigito-ijolito-urtito), enquanto magmas primitivos ultrapotássicos tendem a produzir sequências plutônicas bimodais, compostas por membros ultramáficos (dunitos, clinopiroxenitos, bebedouritos) e fêlsicos (sienitos). Os complexos alcalinos da Província Ígnea do Alto Paranaíba pertencem à rara

associação kamafugito-carbonatito (Lloyd & Bailey, 1991, Gibson *et al.*, 1995a,b, Brod, 1999, Brod *et al.*, 2000), também reconhecida na Itália (Stoppa & Cundari, 1995).

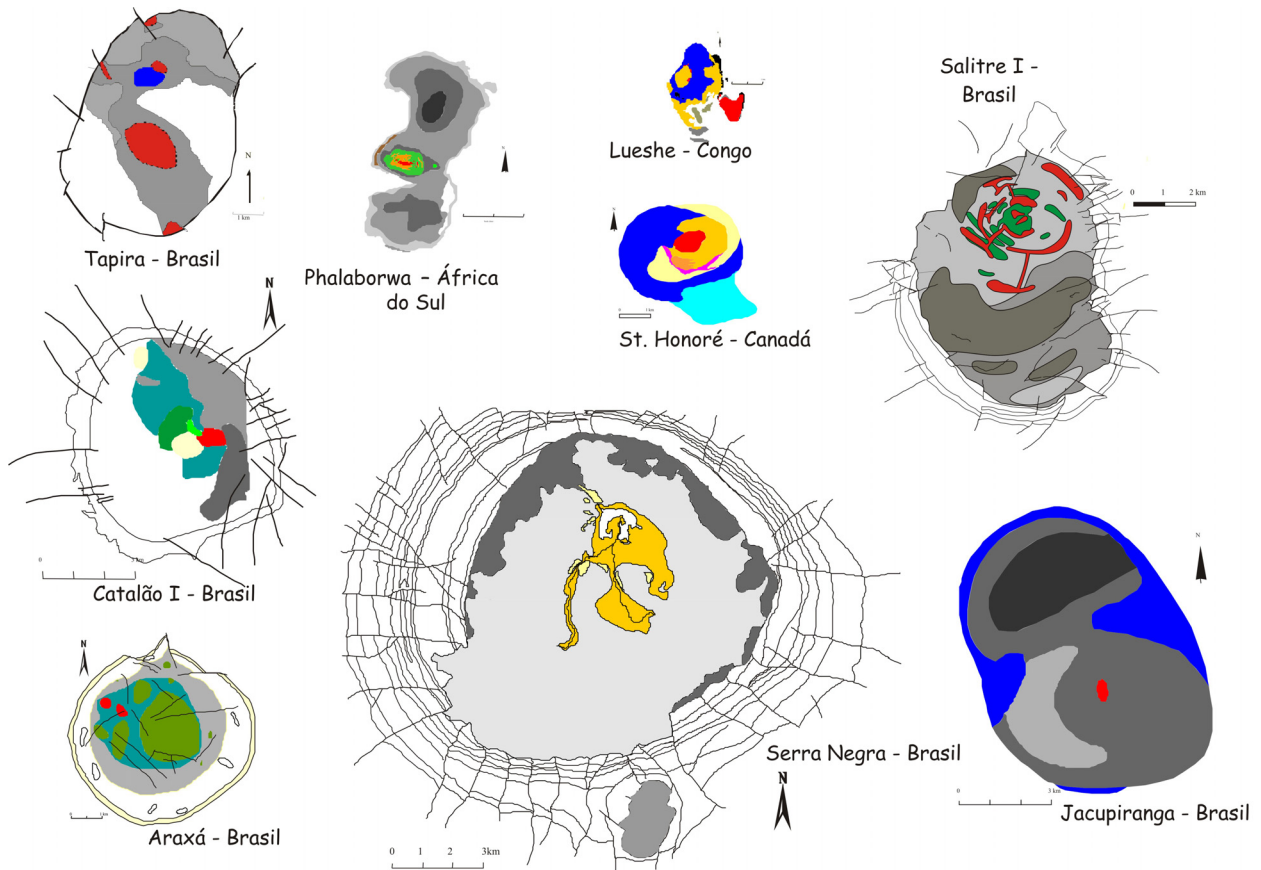


Figura 1.2 – Comparação entre geometria e tamanho de diversos Complexos Alcalino-Carbonatíticos no mundo. Rochas máficas e ultramáficas alcalinas estão representadas em tons de cinza, sienitos em tons de azul, foscorititos em tons de verde e carbonatitos em vermelho. Mapas: Tapira – Brod, 1999; Catalão I – Ribeiro, 2008; Araxá – adaptado de Silva *et al.*, 1979; Serra Negra – Brod *et al.*, 2004; Phalaborwa – adaptado de Yuhara *et al.*, 2005; Lueshe – adaptado de Nasraoui & Bilal, 2000; St. Honoré – adaptado de Thivierge *et al.*, 1983; Jacupiranga – adaptado de Constanzo *et al.*, 2006; Salitre I – este trabalho.

1.3 PRINCIPAIS SÉRIES PETROGENÉTICAS

Complexos alcalino-carbonatíticos geralmente apresentam duas principais séries petrogenéticas – a série silicática, que representa o maior volume dentro dos complexos plutônicos, e a série carbonatítica, subordinada à primeira. Uma terceira série petrogenética – a foscoritica – pode estar presente, mas sua ocorrência é rara e seu volume subordinado em complexos plutônicos.

A ampla variação modal observada em rochas das três séries, muitas das quais são cumulados onde minerais normalmente acessórios podem atingir proporção modal de constituintes essenciais, é um importante fator complicador para a sua nomenclatura e classificação.

1.3.1 SÉRIE SILICÁTICA

A série silicática é geralmente composta por cumulados, gerados por diferenciação (cristalização fracionada) de magmas parentais alcalinos, estes últimos frequentemente representados por diques presentes nos complexos ou em suas encaixantes regionais.

A composição das rochas silicáticas associadas com carbonatíticas pode ser variada, e uma revisão recente do tema é apresentada por Wooley & Kjarsgaard (2008). Entretanto, no presente trabalho optou-se por uma divisão simplificada, baseada na afinidade geoquímica do magma alcalino primitivo. Segundo este critério, pode-se dividir as séries silicáticas de complexos carbonatíticos em:

- Séries de afiliação sódica (nefelínica), das quais a representante mais típica é a série ijolítica;
- Séries de afiliação potássica (e.g. kamafugítica), dentre as quais a série bebedourítica, é típica dos complexos carbonatíticos do Alto Paranaíba.

Série Ijolítica

A série ijolítica é caracterizada por variações na proporção de clinopiroxênio e nefelina essenciais (Le Bas, 1985 – Fig. 1.3), e frequentemente está associada a complexos de afinidade sódica, como por exemplo o complexo de Jacupiranga (São Paulo, Brasil), área tipo da rocha jacupiranguito.



Figura 1.3 – Nomenclatura da série ijolítica segundo Le Bas, 1985.

O clinopiroxênio, geralmente caracterizado como augita ocorre frequentemente bem formado, como fase cumulus, e a nefelina ocorre na fase intercumulus. Minerais acessórios comuns

são apatita, cancrinita, calcita, titanita, perovskita e melanita.

Série Bebedourítica

A série bebedourítica consiste de variações modais de olivina, clinopiroxênio (principalmente diopsídio), flogopita, apatita, perovskita, titanita, melanita e magnetita, com rara cromita e K-feldspato. Bebedourito é um termo proposto por Tröger em 1928 para denominar clinopiroxenitos ricos em perovskita e biotita, sendo que a localidade tipo dessa rocha é a fazenda Bebedouro, situada na Serra do Salitre, em Minas Gerais, Brasil (área do estudo). Além de Salitre, este litotipo ocorre em todos os outros complexos carbonatíticos da Província Ígnea do Alto Paranaíba (e.g. Gomes *et al.*, 1990; Lloyd & Bailey, 1991; Gibson *et al.*, 1995a; Brigatti *et al.*, 1996, Morbidelli *et al.*, 1997, Brod, 1999, Brod *et al.*, 2000), e parece ser um marca registrada de complexos ultrapotássicos.

A nomenclatura para essas rochas ainda não foi estabelecida. Em muitos casos, estão descritas coletivamente na literatura sobre a província como clinopiroxenitos. Porém, sua variação modal é muito ampla, e muitas vezes são pobres em clinopiroxênio, chegando inclusive a tipos monominerálicos (como perovskitito, apatitito, magnetitito, etc). Sienitos podem ocorrer como termos finais da diferenciação da série bebedourítica. Um discussão detalhada da nomenclatura de bebedouritos e rochas afins é apresentada em Barbosa *et al.* (2009a – capítulo 2).

1.3.2 SÉRIE CARBONATÍTICA

Segundo Le Maitre (2002), a classificação de carbonatitos deve ser idealmente baseada nas proporções modais dos tipos de carbonato presentes, e independe do caráter plutônico ou vulcânico da rocha (Tabela 1.1).

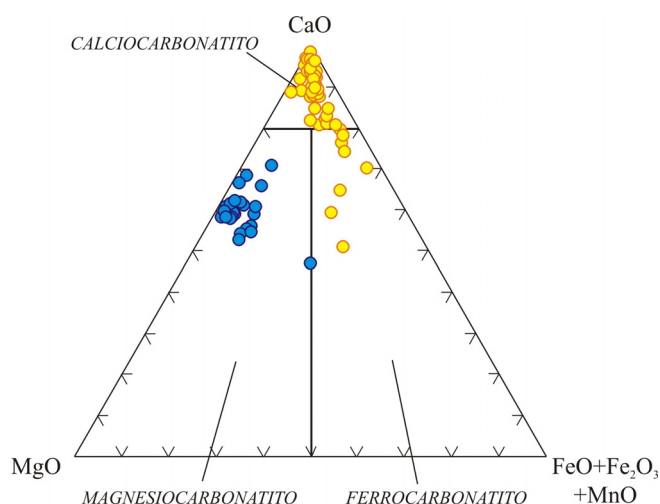
Rochas ígneas com menos de 10% de carbonato podem ser chamadas de rochas portadoras de calcita, e quando a quantidade de carbonatos está entre 10 e 50%, o carbonato predominante adjetiva a rocha, como por exemplo “ijolito calcítico”.

Woolley & Kempe (1989) propõem uma classificação química, aplicável quando a rocha apresenta granulação muito fina, ou quando a determinação do tipo de carbonato predominante não é possível. Essa nomenclatura é baseada na percentagem em peso de CaO, MgO, FeO, Fe₂O₃ e MnO (Fig. 1.4).

Tabela 1.1 - Classificação petrográfica de carbonatitos (baseada em Le Maitre, 2002), definida previamente por Streckeisen 1980. () Raro, descrito apenas em Oldoinyo Lengai, Tanzânia.*

| Carbonato principal | Nome da rocha | Nomes tradicionais (equivalentes) aceitos |
|---|----------------------|--|
| Calcita | calcita carbonatito | sövito (granulação grossa) alvikito (granulação fina) |
| Dolomita | dolomita carbonatito | beforsito |
| Carbonatos ricos em Fe (ankerita, siderita) | ferrocarbonatito | |
| Carbonatos de Na, K e Ca | natrocarbonatito(*) | |
| Acima de 20% SiO ₂ | silicocarbonatito | |

Entretanto, este esquema não pode ser aplicado quando SiO₂ > 20%, caso em que a rocha deve ser designada silicocarbonatito (Le Maitre, 2002). Outros potenciais problemas do uso de critérios químicos para classificação de carbonatitos são: a) o Fe pode estar contido em óxidos ou outros minerais, e não em carbonatos (caso da maioria das rochas de Salitre classificadas como ferrocarbonatito na Fig. 1.4); b) muitos carbonatitos plutônicos são, na verdade, cumulados de flotação, cujas análises químicas representam, na prática, a composição do carbonato predominante e não do magma carbonatítico original (Brod *et al.*, 2004).



*Figura 1.4 - Classificação química de carbonatitos (Woolley & Kempe, 1989) para rochas com SiO₂ < 20%. Amostras plotadas para ilustração correspondem a carbonatitos de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009c – capítulo 4).*

1.3.3 SÉRIE FOSCORÍTICA

As rochas da série foscorítica são compostas de três minerais principais – óxidos de Fe e Ti, apatita e silicatos (olivina, diopsídio e flogopita).

Segundo Krasnova *et al.* (2004a), foscoritos são “rochas ultramáficas plutônicas, compreendendo magnetita, apatita, e um dos silicatos forsterita, diopsídio ou flogopita. Outros minerais comuns são calcita, dolomita, tetra-ferriflogopita e richterita. Acessórios incluem baddeleíta, pirocloro, pirrotita e calcopirita. Quase sempre foscoritos ocorrem em associação direta com carbonatitos”. Metais nobres e minerais de EGP podem estar presentes em foscoritos como traços. Clinohumita, serpentina, magnetita e clorita são produtos comuns de alteração.

Estudos isotópicos mostram evidências de origem mantélica para foscoritos, além de uma forte relação entre carbonatitos e foscoritos, sendo sua origem ligada a líquidos que evoluíram por cristalização fracionada e/ou foram gerados por imiscibilidade (Krasnova *et al.*, 2004a).

Foscoritos formam “cinturões”, anéis, zonas arqueadas e veios envolvendo núcleos carbonatíticos, ou envolvidos por carbonatito. Estruturas de foscoritos podem ser bastante variáveis: pegmatíticos, grossos ou finos, com aspecto brechado, bandados, texturas estriadas, mostrando deformação plástica. Zonas metassomáticas, variando de poucos milímetros a muitos metros são comuns em contatos de foscoritos com carbonatitos.

Alguns pesquisadores têm relacionado o carbonato em foscoritos como um mineral de estágio tardio, *subsolidus*, substituindo o foscorito original no contato com o carbonatito (Epshteyn & Danil’chenko, 1988; Yegorov, 1993). Em contraste, outros autores consideram o carbonato como um componente magmático original (Russell *et al.*, 1954; Sokolov, 1983, 1985; Eriksson, 1989; Zaitsev & Bell, 1995), sendo essa conclusão a mais aceita atualmente.

A nomenclatura das variações da série foscorítica ainda é discutida. As duas variantes principais de classificação são: (a) adição de prefixos de minerais ao radical foscorito, e (b) a classificação de Yegorov (1993) com base na proporção modal das fases principais.

Adição de prefixos de minerais

Segundo Krasnova *et al.* (2004a) uma possibilidade para a nomenclatura de foscoritos é indicar os principais minerais como prefixos, listados em ordem crescente de abundância modal (p. ex. apatita-forsterita foscorito, forsterita-magnetita foscorito).

Foscoritos que são quase monominerálicos (>90% de um mineral) podem ser chamados de acordo com o mineral, por exemplo magnetitito, apatitito, forsteritito. Qualificações adicionais como tetra-ferriflogopita - apatita-magnetita foscorito também são aceitas.

A vantagem dessa abordagem é não precisar de novos nomes de rochas ou diagramas de classificação. Por outro lado, ela pode produzir um número excessivo de nomes de rochas em complexos onde a variação modal dos foscoritos é muito ampla, o que é geralmente o caso, e dificultar correlações entre distintos complexos.

Classificação de Yegorov

O primeiro diagrama detalhado de classificação e nomenclatura de foscoritos foi proposto por Yegorov (1993) para séries de rochas de complexos ijolito-carbonatíticos da Província de Maimecha-Kotui (Rússia).

O esquema de classificação de Yegorov (Fig. 1.5) envolve nove tipos mineralógicos baseados na abundância relativa dos três componentes minerais principais: forsterita, magnetita e apatita. O limite entre foscorito rico em olivina e foscorito pobre em olivina é plotado em 35% de olivina, a partir da divisão entre foscoritos primários e tardios do Complexo de Guli, Província Maimecha-Kotui. As vantagens desse esquema são: a presença de limites quantitativos entre variedades de foscoritos e facilidade de uso em campo ou em laboratório, além do diagrama ternário ser um método de classificação geológica bem estabelecido. Desvantagens incluem a necessidade de diferentes diagramas ternários para plotagem de foscoritos ricos em diopsídio, calcita ou flogopita e adição de um termo novo para a variedade que contém magnetita e apatita (nelsonito).

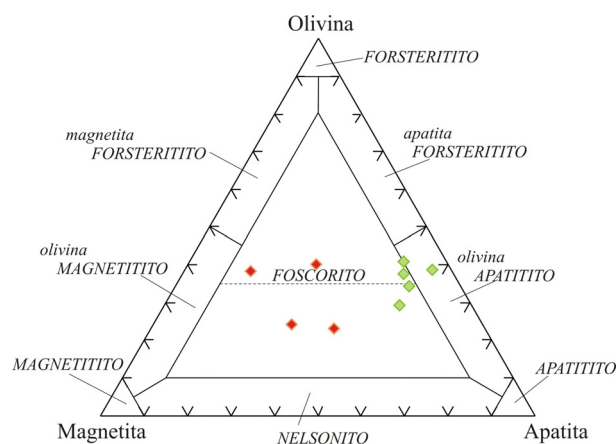


Figura 1.5 – Diagrama de classificação da série foscorítica (Yegorov, 1993). Amostras plotadas para ilustração correspondem a foscoritos do complexo de Salitre (Barbosa et al., 2009b – capítulo

3). Linha pontilhada representa 35%, limite usado por Yegorov (1993) para distinguir foscoritos primários e tardios no complexo de Guli, Maimecha-Kotui.

Karchevsky & Moutte (2004) adicionaram uma quarta extremidade ao diagrama, para a inclusão de foscoritos que contêm diopsídio ao invés de forsterita (Fig. 1.6) – devido à ocorrência de diopsídio foscoritos no complexo de Turiy Mys (Província de Kola, Rússia).

Como vantagem, o diagrama oferece a adição de diopsídio na classificação, embora este mineral seja mais raro em foscoritos. Por outro lado, esta abordagem ainda não leva em conta a presença de calcita e flogopita, minerais que podem atingir proporções essenciais em alguns casos, como no complexo de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009b – capítulo 3), onde um grupo de foscoritos (P1) pode conter até 35% de flogopita.

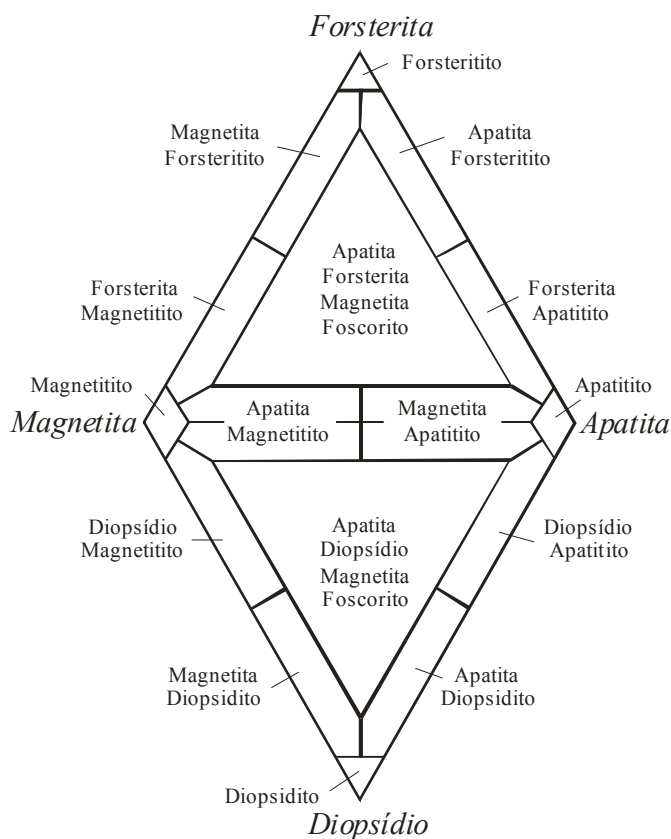


Figura 1.6 – Classificação de foscoritos baseado nas abundâncias relativas de forsterita ou diopsídio, apatita e magnetita (Karchevsky & Moutte, 2004).

1.3.4 MINERALOGIA DE COMPLEXOS ALCALINO-CARBONATÍTICOS

Cerca de 300 minerais são descritos em complexos carbonatíticos, incluindo componentes primários e produtos de alteração (Hogarth, 1989).

Barker (1996) descreve a mineralogia essencial de carbonatitos, suas texturas mais frequentes e os elementos-traço associados aos minerais. A calcita é comumente tabular, e apresenta altos teores de Sr. A solução sólida com o membro magnésiano (dolomita) é mais frequente do que a solução com carbonatos de ferro. Dolomita e ankerita geralmente forma agregados granulares. Magnesita e siderita formam agregados granulares finos.

Apatita é a segunda fase mais abundante em carbonatitos, e é caracterizada por altas concentrações de Si, Na e elementos terras raras (ETR). Olivina ($(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$) e monticellita (CaMgSiO_4) são raras em carbonatitos, e geralmente constituem fenocristais. Clinopiroxênio varia de $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ a $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$ e ocorre mais em carbonatitos vulcânicos.

Flogopita é muito comum em carbonatitos. A ocorrência da tetra-ferriflogopita (flogopita com pleocroísmo invertido devido à substituição de Al^{3+} por Fe^{3+} no sítio tetraédrico) em carbonatitos também é bastante frequente, apesar de não ser restrita a este litotipo. Periclásio (MgO) é raro, e geralmente ocorre na matriz de carbonatitos plutônicos. Perovskita (CaTiO_3) é rara, e mostra substituição de Ca por Na e de Ti por Nb, o que a relaciona à ocorrência de pirocloro ($(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Nb}, \text{Ti})_2\text{O}_6(\text{F}, \text{OH})$) na paragênese.

Espinélio mostra um grande intervalo de composição em carbonatitos, e seus grãos apresentam forte zonação. A magnetita, em grãos euédricos, é o espinélio mais frequente. Ilmenita ocorre em pequenas proporções, como grãos euédricos. Outros minerais comuns incluem barita, halogenetos e sulfetos.

1.4 TIPOS DE DIFERENCIAÇÃO EM COMPLEXOS ALCALINO-CARBONATÍTICOS

Com base em estudo de equilíbrio de fases, razões isotópicas Sr-Nd-Pb, isótopos estáveis e gases nobres, a origem dos carbonatitos, ou de seus magmas silicático-carbonatados parentais, está firmemente ligada à fusão parcial de fonte mantélica.

Devido à concentração extremamente alta de Sr e Nd em carbonatitos, os efeitos de contaminação crustal nesses sistemas isotópicos são minimizados por um “tampão composicional” (Bell & Blenkinsop, 1989). Adicionalmente, como a ascensão do magma carbonatítico é

presumivelmente rápida, a interação com a crosta continental é reduzida. Esses fatores fazem com que os carbonatitos sejam uma preciosa fonte de informações para estudos sobre o manto superior.

Estudos experimentais e isótopos radiogênicos mostram evidências de magmas carbonatíticos produzidos no manto por fusão parcial de um peridotito carbonatado (Dalton & Wood, 1993; Harmer & Gittins 1998). Alternativamente, relações espaciais de carbonatitos e intrusões alcalinas são evidências da geração de magmas carbonatíticos por cristalização fracionada ou por separação de um líquido silicático parental por imiscibilidade de líquidos (Kjarsgaard & Hamilton, 1989), o que é confirmado por evidências experimentais (e.g. Lee & Wyllie, 1994, Hamilton *et al.*, 1989).

A origem mantélica dos foscoritos foi confirmada por estudos de isótopos radiogênicos e estáveis (Eriksson, 1989; Zaitsev & Bell, 1995; Marty *et al.*, 1998; Verhulst *et al.*, 2000; Dunworth & Bell, 2001; Tolstikhin *et al.*, 2002). No entanto, estudos sobre a gênese de foscoritos ainda são escassos em termos de tipos de diferenciação associados a essas rochas. Com base na província alcalina de Kola, diversos autores (Zaitsev & Bell, 1995; Verhulst *et al.*, 2000; Dunworth & Bell, 2001) sugerem uma evolução complexa, com várias intrusões de magma derivadas de um manto isotopicamente heterogêneo, ou mistura de muitos componentes mantélicos, devido a um intervalo muito amplo nos valores de isótopos Sr-Nd de foscoritos, carbonatitos e rochas silicáticas.

1.4.1 CARBONATITOS COMO LÍQUIDOS PRIMÁRIOS

A geração de um magma carbonatítico primário, com a composição de dolomita carbonatito, pode ocorrer por baixo grau (<1%) de fusão parcial de um manto peridotítico carbonatado, dominado pelo componente dolomita a profundidades superiores a 70 Km (Dalton & Wood, 1993, Dalton & Presnall, 1998, Wyllie & Lee, 1998, 1999, Lee & Wyllie, 2000).

Eggler (1989) indicou que em um sistema sem flogopita a 30 kbar, líquidos carbonatíticos primários devem ter uma razão Mg/Ca > 1 e concluiu, com base em evidências experimentais, que carbonatitos primários devem ter número de Mg (#Mg) relativamente alto, uma alta razão (Mg+Fe)/Ca, e pequenas quantidades de componentes silicáticos.

Carbonatitos primários deveriam ocorrer como corpos isolados, ou seja, não necessariamente associados a rochas alcalinas silicáticas. Entretanto, apenas 14% dos carbonatitos conhecidos correspondem a esta situação (Woolley & Kjarsgaard, 2008), levando a crer que carbonatitos primários são raros. Outros estudos propõem que um líquido carbonatítico primário é mais

dolomítico, contém altos teores de Ni e Cr, e apresenta SiO₂ em torno de 5-6% (Dalton & Presnall, 1998, Lee & Wyllie, 2000). A quantidade de CaCO₃, depende da pressão, aumentando em níveis mais rasos (Lee & Wyllie, 1998a).

1.4.2 CRISTALIZAÇÃO FRACIONADA

A geração de carbonatitos por cristalização fracionada a partir de um magma silicático carbonatado tornou-se uma alternativa atraente para muitos cientistas, porque muitos carbonatitos estão espacialmente associados com rochas silicáticas alcalinas, algumas das quais contêm calcita primária. Porém, poucos exemplos bem documentados de origem de carbonatitos por cristalização fracionada existem na literatura, mesmo quando este era o único mecanismo proposto para a geração dessas rochas. King (1949) interpretou o carbonatito central de Napak como um derivado tardio de um magma ijolítico carbonatado, e propôs a remoção de nefelina e clinopiroxênio para gerar um líquido residual rico em Ca.

A presença de calcita primária (magmática) em rochas silicáticas alcalinas é uma forte evidência para uma trajetória de fracionamento evoluindo em direção a um magma residual rico em carbonato. A cristalização de carbonato diretamente a partir de magmas alcalinos e a presença comum, localmente abundante, de calcita magmática em rochas alcalinas intrusivas e extrusivas são reconhecidas desde longa data (Heinrich, 1966).

Outras evidências texturais que suportam a origem de carbonatitos como cumulados incluem: estruturas bandadas e em forma de lente, vistas em muitos carbonatitos plutônicos, associadas com segregações de apatita, óxidos e silicatos, além de zonação interna complexa de minerais (apatita, pirocloro, zircão e baddeleíta), refletindo desequilíbrio químico oscilatório, e perturbações mecânicas durante o crescimento dos grãos (Bell & Rukhlov, 2004). Uma relação de campo importante é a observação de tipos transicionais entre rochas silicáticas e o carbonatito (residual). Um bom exemplo é o complexo de Kandaguba (Província de Kola, Rússia – Bell & Rukhlov, 2004), onde os dados mostram um *trend* contínuo de melteigitos-ijolitos ricos em Si e pobres em Ca, em direção a feldspato-ijolitos pobres em Si e ricos em calcita.

A possibilidade de derivação de carbonatitos por cristalização fracionada de um magma silicático carbonatado é suportada por evidências experimentais (Franz & Wyllie, 1967; Watkinson & Wyllie, 1971; Otto & Wyllie, 1993; Lee & Wyllie, 1994). Lee *et al.* (1994) produziram experimentalmente cristais arredondados de calcita em vidro rico em CO₂ no sistema CaO-SiO₂-

CO₂, a 2.5 GPa. Em sua revisão de estudos de modelos experimentais, incluindo misturas com H₂O, Lee & Wyllie (1998b) relataram que alguns sistemas envolvendo líquidos silicáticos alcalinos carbonatados hidratados podem passar abaixo do *gap* de miscibilidade.

A projeção de Hamilton na figura 1.7 exemplifica resumidamente as evidências experimentais obtidas por Lee & Wyllie (1997, 1998a,b) para a gênese de carbonatitos. Para esses autores, a maioria dos magmas carbonatíticos é derivada de magmas silicáticos parentais, os quais podem seguir caminhos de cristalização para: a) um ponto terminal onde eles precipitam silicatos, sem a presença de carbonatos (caminho 1, figura 1.7); b) atingem um ponto onde carbonatos e silicatos são co-precipitados (caminho 2, figura 1.7); ou c) atingem um *gap* de imiscibilidade, onde magma carbonatítico é exsolvido (caminho 3, figura 1.7). Eles também concluíram que magmas carbonatíticos não precipitam rochas ricas em carbonato até atingirem a fronteira do campo silicato-carbonato, o que pode ocorrer por cristalização fracionada, ou por imiscibilidade. A fronteira dos campos silicato-carbonato parece estar limitada a composições de magmas carbonatíticos em < ~85% de CaCO₃. Diagramas de fases indicam que a cristalização ao longo dessa fronteira causa a precipitação de calcita junto com silicatos, além de enriquecimento do líquido residual em componentes hidratados, e magnesiocarbonatitos hidratados (dolomíticos) podem precipitar cumulados sovíticos.

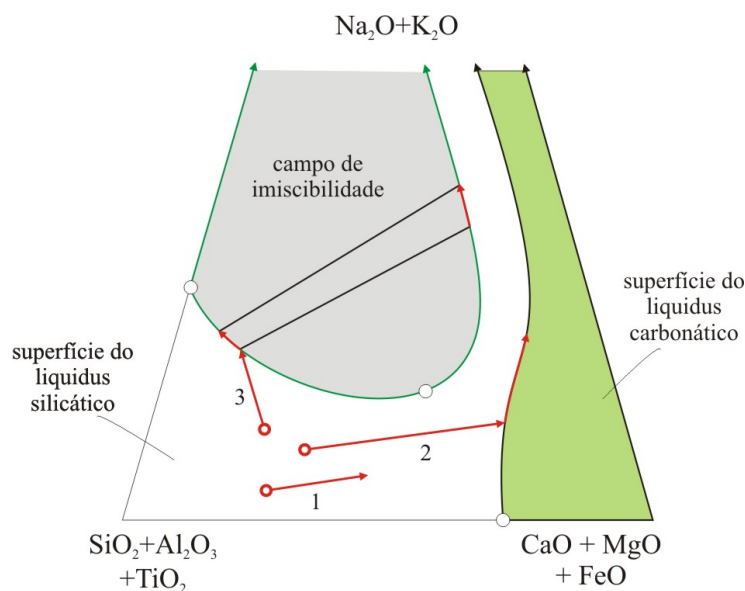


Figura 1.7 – Porção do diagrama pseudo-quaternário (projeção de Hamilton), distorcido e com exagero vertical de duas vezes, para permitir melhor visualização dos caminhos (setas 1, 2 e 3) de cristalização de líquidos silicáticos ricos em CO₂ (Lee & Wyllie, 1998b).

Eriksson (1989), com base no complexo de Phalaborwa, relaciona a gênese de foscoritos a carbonatitos, a partir de similaridades entre essas rochas, como alto número de Mg e baixo teor de Ni em olivina. Para essa autora, o foscorito pode ter sido produzido a partir da acumulação de apatita, magnetita, flogopita e olivina de um magma carbonatítico rico em silicato.

1.4.3 IMISCIBILIDADE DE LÍQUIDOS

A imiscibilidade de líquidos foi amplamente reconhecida como um dos processos fundamentais que gera magma carbonatítico de um magma parental insaturado em sílica a profundidades crustais (Barker, 1989; Kjarsgaard & Hamilton, 1989; Le Bas 1989; Wyllie, 1989).

A imiscibilidade se estabelece quando a concentração de carbonato no magma parental (silicático carbonatado) aumenta por cristalização fracionada de silicatos (Kjarsgaard & Hamilton, 1989). A formação de líquidos conjugados pode favorecer uma maior proporção de rochas silicáticas do que carbonatitos, com o parâmetro adicional de que o carbonatito não contém mais que 80% de calcita, no mínimo 10% de álcali-carbonato, e 5-10% de silicatos (Lee & Wyllie, 1998a, b). Em alguns casos, evidências texturais, como *ocelli* (glóbulos de carbonato) podem ajudar a identificar líquidos imiscíveis (Dawson & Hawthorne, 1973, Dawson *et al.*, 1994, Bogoch & Magaritz, 1983; Church & Jones, 1995). Assinaturas de isótopos radiogênicos devem ser as mesmas, tanto em carbonatitos, quanto em rochas silicáticas, assumindo que os líquidos envolvidos pertencem a um sistema fechado (Bell & Rukhlov, 2004).

Quando a imiscibilidade de líquidos carbonático-silicático ocorre, muitos elementos químicos podem entrar preferencialmente em um ou outro dos líquidos conjugados. Portanto, assinaturas geoquímicas podem ser geradas em cada lado do par imiscível, e assim ser úteis para determinar a ocorrência de imiscibilidade de líquidos durante a evolução de uma dada suíte de rochas. A preferência relativa (partição) de um elemento particular para o líquido carbonático ou silicático pode ser quantificada pelo coeficiente de distribuição ($K_D^{\text{sil/carb}}$), definido a partir das concentrações do elemento nos líquidos silicático e carbonático conjugados. Dados de partição de vários elementos entre pares silicato-carbonato imiscíveis estão disponíveis na literatura (Wendlandt & Harrison, 1979; Hamilton *et al.*, 1989; Jones *et al.*, 1995; Veksler *et al.*, 1998). Os resultados existentes são concordantes para alguns elementos, como Ba e Sr, mas em outros casos, como Nb, Ta e ETR, a partição entre líquidos silicático e carbonatítico pode ser fortemente dependente da temperatura, pressão e composição do sistema (máfico ou félsico).

Ba e Sr tem preferência pelo líquido carbonatítico (Hamilton *et al.*, 1989; Jones *et al.*, 1995; Veksler *et al.*, 1998), enquanto Th prefere o líquido silicático (Jones *et al.*, 1995). Nb e Ta tendem a ficar no líquido silicático (Hamilton *et al.*, 1989; Jones *et al.*, 1995; Veksler *et al.*, 1998), sendo que o Ta tem partição muito mais acentuada para o líquido silicático do que o Nb (Fig. 1.8), gerando algum grau de fracionamento na razão Nb-Ta em carbonatitos, se a imiscibilidade de líquidos ocorrer (Veksler *et al.*, 1998). Já Hamilton *et al.* (1989) detectaram que a partição de Ta depende da pressão, temperatura e composição. De acordo com seus resultados, a partição do Ta no líquido silicático é realçada pela diminuição da temperatura e da pressão, e aumento da polimerização do líquido silicático.

Zr e Hf tem forte preferência pelo líquido silicático. A figura 1.8 mostra a partição dos elementos analisados por Veksler *et al.* (1998), observando-se um forte enriquecimento de Zr e Hf no líquido silicático em relação ao carbonatítico. Esses autores sugerem que algum grau de fracionamento pode ocorrer no par Zr-Hf durante a imiscibilidade, mas não na mesma magnitude que ocorre com o par Nb-Ta. Dados de Hamilton *et al.* (1989) para esses elementos estão bastante espalhados, o que torna os resultados imprecisos.

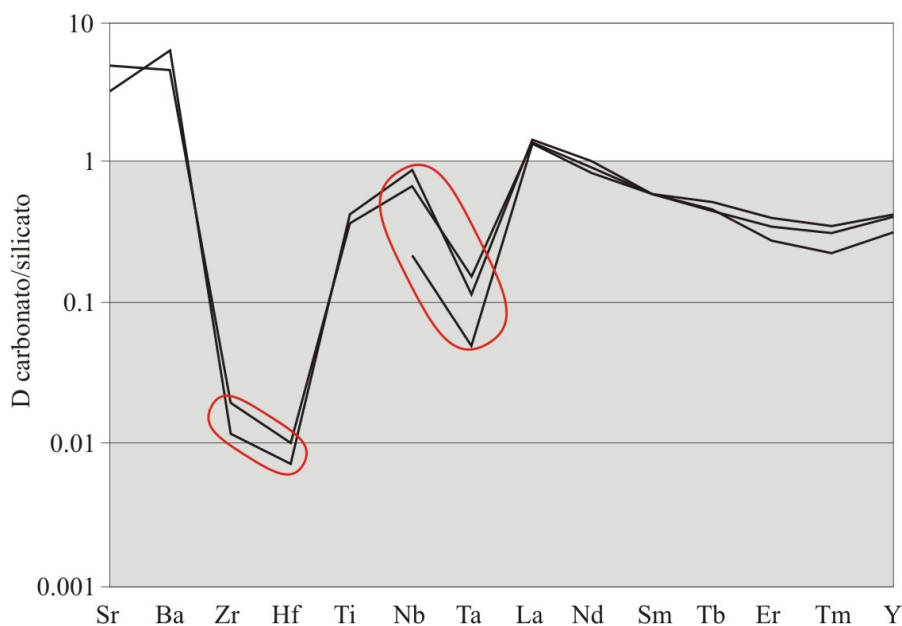


Figura 1.8 – Dados de partição de elementos obtidos por Veksler *et al.* (1998). Campo cinza corresponde a elementos que tendem a ficar no líquido silicático. Notar o forte fracionamento que ocorre no par Nb-Ta, enquanto Zr-Hf este efeito é mais suave, apesar desses elementos apresentarem uma partição muito maior para o líquido silicático.

Os elementos terras raras podem mostrar comportamentos variados, no entanto os estudos de Veksler *et al.* (1998, figura 1.8) e Hamilton *et al.* (1989, figura 1.9) mostram que existe uma consistência interna no grupo dos ETR, onde a partição silicato/carbonato aumenta progressivamente de La para o Lu. Para Veksler *et al.* (1998), à exceção do La, os ETR tendem a ficar no líquido silicático, e um fracionamento de ETR leves em relação aos ETR pesados é esperado. Hamilton *et al.* (1989) detectaram que a partição de ETR depende fortemente da pressão, temperatura e composição do líquido inicial. Por exemplo, a figura 1.9 mostra os dados obtidos por Hamilton *et al.* (1989) do comportamento do K_D dos ETR em diferentes temperaturas, sob uma mesma pressão (figura 1.9a), e diferentes pressões, sob a mesma temperatura (figura 1.9b). A partição dos ETR para o líquido silicático é favorecida pelo aumento da temperatura, a uma pressão constante, e pela diminuição da pressão, a uma temperatura constante. Também pode ser notado nas figuras que, independente das variações de temperatura e pressão, ocorre um fracionamento de ETR leves em relação aos ETR pesados.

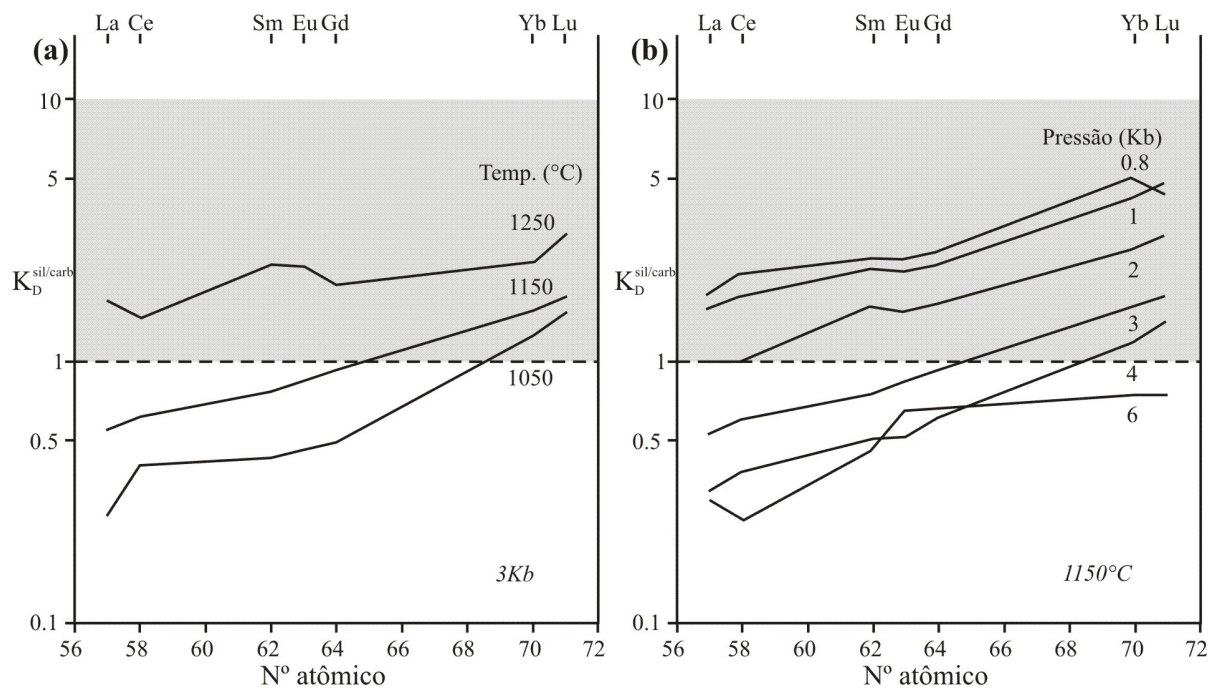


Figura 1.9 – Comportamento do $K_D^{sil/carb}$ de ETR de dados obtidos por Hamilton *et al.* (1989), considerando: (a) variações na temperatura, a uma pressão constante (3Kb), e (b) variações na pressão, a uma temperatura constante (1150° C). Campo cinza corresponde à tendência do elemento permanecer no líquido silicático. Notar o padrão de fracionamento de ETR leves em relação aos pesados.

Segundo Hamilton *et al.* (1989), o grau de polimerização do líquido exerce uma forte influência na partição dos elementos em uma imiscibilidade de líquidos. Estes autores estudaram o comportamento de elementos-traço envolvidos na imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico, a partir de amostras naturais de fonolitos e nefelinitos de Oldoinyo Lengai, juntamente com misturas sintéticas, que representam composições de carbonatitos - um rico em Na (similar à lava de Oldoinyo Lengai), e um rico em Ca, que corresponde ao carbonatito em equilíbrio com o nefelinito. O parâmetro utilizado por esses autores para quantificar o grau de polimerização do líquido foi a razão do “número de oxigênios não ligados” (*non-bridging oxygens* – NBO) pelo número de sítios tetraédricos (T) por unidade de fórmula. A razão é zero para um líquido altamente polimerizado, e 4 para um líquido altamente despolimerizado.

A figura 1.10 mostra a relação do K_D com pares de líquidos conjugados (silicático-carbonatítico) de diferentes graus de polimerização, estabilizados na mesma temperatura (1150°C), em dois intervalos de pressão (1Kb e 6Kb). Na figura, observa-se que, a eficiência da imiscibilidade, em termos de separar elementos químicos, aumenta com o grau de polimerização do líquido silicático e com a diminuição da temperatura, ou seja, a separação entre um líquido silicático félsico e um líquido carbonatítico será mais eficiente do que em um sistema mais primitivo, máfico ou ultramáfico.

Em eventos de imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico, o mais comum é que a separação gere um líquido de composição calciocarbonatítica (e.g. Kjarsgaard & Hamilton, 1989, Lee & Wyllie, 1997). Porém, outros autores (Le Bas, 1989, Lee *et al.*, 2000) apontam que magnesiocarbonatitos primários podem ser gerados por imiscibilidade a profundidades maiores do que as propostas para a geração de calciocarbonatitos e em estágios menos diferenciados de um sistema magmático, ou seja, magnesiocarbonatitos podem constituir os estágios iniciais na evolução dos carbonatitos.

A relação de foscóritos com carbonatitos e rochas silicáticas alcalinas ainda não foi completamente estabelecida. Poucos estudos foram realizados sobre a partição entre líquido fosfático-silicático (Prowatke & Klemme, 2006), e alguns autores já estudaram a partição de elementos entre apatita e líquido carbonático (Klemme & Dalpe, 2003), e apatita e líquido silicático (Watson & Green, 1981, Prowatke & Klemme, 2006).

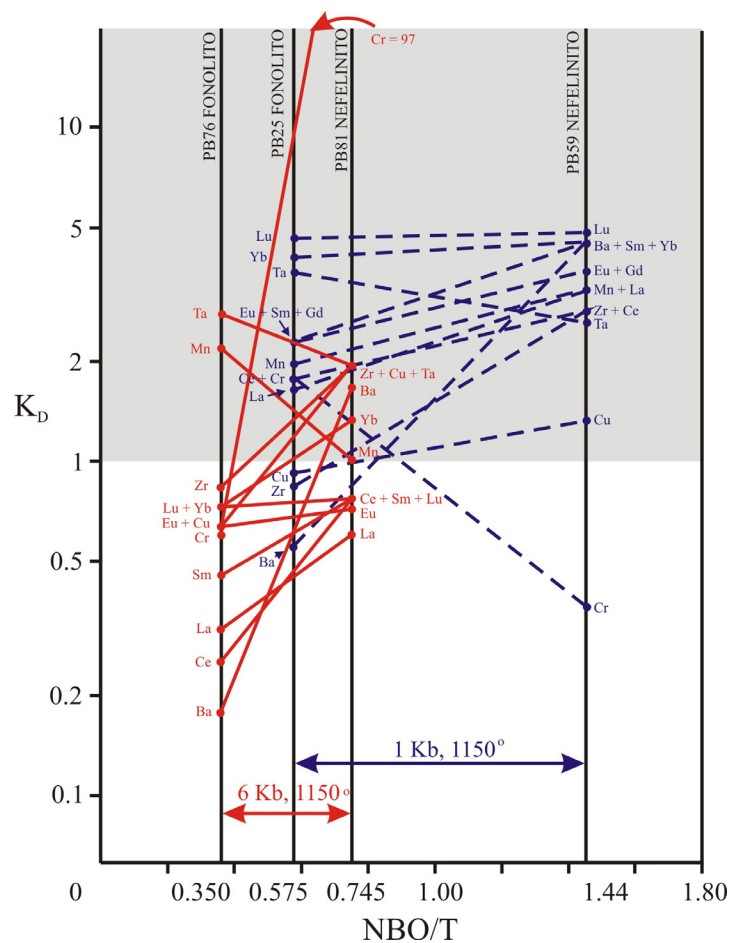


Figura 1.10 – Variação do K_D de elementos-traço entre pares de líquidos conjugados silicático-carbonatítico de diferentes composições, mostradas pelos valores da razão NBO/T (Hamilton et al., 1989). Ver texto para explicações adicionais. Campo cinza corresponde à tendência do elemento permanecer no líquido silicático.

A figura 1.11 representa os dados obtidos por Klemme & Dalpe (2003) para diversos elementos na partição apatita-líquido carbonático. Os autores utilizaram três tipos de apatita – cloroapatita, fluorapatita e hidroxiapatita, e constataram que a maioria dos elementos estudados é incompatível com a apatita. Be, Cs, e Rb são os elementos mais incompatíveis, e os ETR são os mais “compatíveis” com a apatita. Reportam ainda que a estrutura da apatita comporta melhor os ETR médios do que os ETR leves ou os pesados. Coeficientes de partição para os HFSE apresentam magnitudes similares, com D_{Nb} e D_{Hf} levemente menores que D_{Ta} e D_{Zr} . Klemme & Dalpe (2003) relacionam o baixo D_U em fluorapatita e hidroxiapatita a alguma oxidação U^{4+} para U^{6+} ocorrida no sistema.

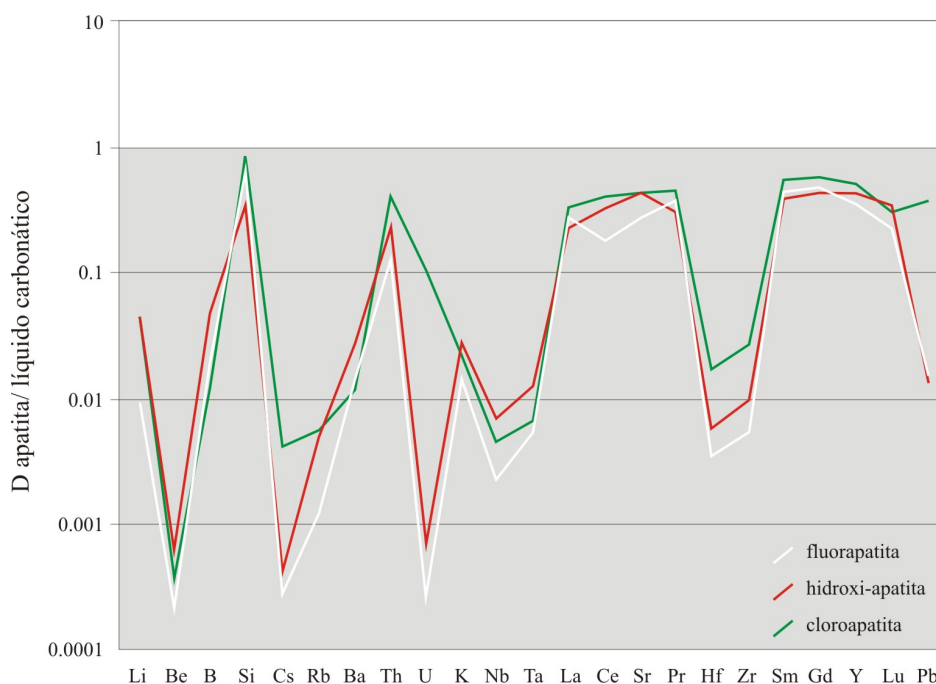


Figura 1.11 – Coeficientes de partição de elementos-traço obtidos experimentalmente entre apatita e líquido carbonático por Klemme & Dalpe (2003), em três tipos composicionais diferentes: fluorapatita, hidroxi-apatita e cloroapatita.

Os resultados da partição entre apatita e líquido silicático, e líquido fosfático– líquido silicático mostram relações mais interessantes. Assim como na partição apatita– líquido carbonático, Watson & Green (1981) observaram que na partição apatita – líquido silicático todos os ETR têm preferência pela apatita, mas ETR médios têm coeficiente de partição maior do que ETR leves e pesados. Os dados de Prowatke & Klemme (2006) para misturas sintéticas de composição ácida corroboram essa relação.

A figura 1.12 mostra os resultados de partição obtidos por Prowatke & Klemme (2006) para apatita – líquido silicático, vista em três sistemas diferentes – um contendo água, outro flúor e por último, considerando composições de sistemas naturais (Fig. 1.12a), e líquido fosfático – líquido silicático (Fig. 1.12b).

Na partição apatita – líquido silicático (Fig. 1.12a), o Sr (além dos ETR) também mostra forte preferência pela apatita, valores de D_U e D_{Th} estão próximos a 1 (com $D_{Th} > D_U$), enquanto os elementos restantes apresentam valores de $D < 1$, onde $D_{Cs} < D_{Rb} < D_{Ba}$ e $D_{Zr} > D_{Hf} > D_{Nb} \approx D_{Ta}$. Prowatke & Klemme (2006) ressaltam, ainda, que os coeficientes de partição de ETR aumentam com o aumento do grau de polimerização do líquido, confirmando as observações de Watson &

Green (1981), porém elementos univalentes (Rb, Cs), divalentes (Pb, Sr e Ba), quadrivalentes (Hf, Zr, U e Th) e pentavalentes (Nb e Ta) não são afetados por mudanças na composição do líquido.

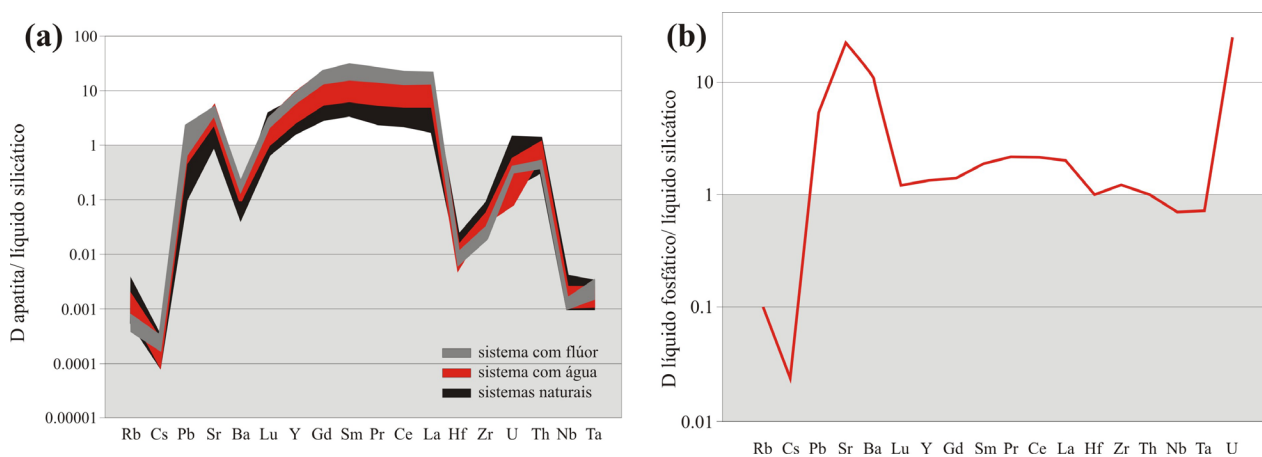


Figura 1.12 – Resultados para partição de elementos-traço obtidos por Prowatke & Klemme (2006) em: (a) apatita- líquido silicático; (b) líquido fosfático - líquido silicático.

Na partição líquido fosfático– líquido silicático (Fig. 1.12b), os cátions divalentes, trivalentes e hexavalentes mostram preferência pelo líquido fosfático, mais acentuada nos ETR médios do que nos ETR pesados, confirmando os valores de partição para apatita – líquido silicático (Watson & Green, 1981), enquanto os cátions monovalentes tendem a ficar no líquido silicático. Elementos quadrivalentes (Hf, Zr, U e Th) e pentavalentes (Nb e Ta) não mostram preferência clara por um líquido ou outro.

A despeito da íntima associação espacial, a relação entre carbonatitos e foscoritos ainda é pouco estudada. Panina (2005) e Panina & Motorina (2008) investigaram inclusões de magma (*melt inclusions*) em perovskita, monticellita e melilita de carbonatitos e rochas alcalinas associadas, e observaram a presença de inclusões singenéticas de carbonato-sal com diferentes composições químicas. As autoras concluem que o líquido carbonático pode ser decomposto em frações de composições químicas mais simples com um resfriamento lento e evolução prolongada na crosta.

A figura 1.13 resume as considerações de Panina & Motorina (2008) - o magma parental alcalino rico em voláteis é separado em frações imiscíveis (silicática e carbonatítica), que evoluem independentemente. A fração silicática evolui por cristalização fracionada, enquanto a porção carbonatítica (rica em voláteis – CO₂, Na, K, Cl, F, S e P), com resfriamento lento, é submetida a uma imiscibilidade de líquidos “polifásica” – ou seja, o líquido carbonatítico fica cada vez mais

heterogêneo com a diminuição da temperatura, e separa-se em frações imiscíveis de várias composições: sulfático-alcálico, fosfático-alcálico, cloreto-alcálico, e cálcio-carbonático. As autoras argumentam que líquidos carbonáticos ricos em sais são líquidos iônicos, e o equilíbrio de reações de troca nesses sistemas é deslocado em direção à combinação de ânions fortemente ácidos (Cl, SO₃, PO₄ e CO₃) com os cátions mais fortemente alcalinos (álcalis e Ca, principalmente). A presença de ácidos mais fortes do que o CO₃ permite que os álcalis estabeleçam uma relação, primeiro com outros ácidos, produzindo líquidos não-homogêneos e assim, ampliando o campo de imiscibilidade quando um ânion menos ácido é substituído por um de acidez mais forte. Como carbonatos de cálcio têm o mais baixo nível de energia, eles devem ter evitado a decomposição do líquido inicialmente carbonático. Argumentam, ainda, que esses líquidos carbonáticos enriquecidos em P, S, Cl e F podem reter esses voláteis quando passam por uma rápida erupção e resfriamento.

Lee *et al.* (2004), com base em pares de carbonatito-foscorito descritos no complexo de Sokli (Província de Kola), propõem uma separação entre líquidos ricos em carbonato (carbonatitos) e em Fe-Ti (foscoritos). No caso, os autores consideram que foscoritos são rochas ricas em ferro, e não rochas silicáticas, e a imiscibilidade ocorre entre um líquido rico em Fe-Ti e outro rico em carbonatos.

Em resumo, os estudos existentes sobre a gênese de foscoritos sugerem que estes podem ser gerados por acumulação de fases minerais precoces em carbonatitos, conforme proposto por Eriksson (1989), ou por imiscibilidade de líquidos. Esta última, por sua vez, pode ser de três tipos distintos: (a) silicático-fosfático, como proposto por Prowatke & Klemme (2006); (b) carbonático-fosfático, onde Lee *et al.* (2004) consideram a geração de um líquido rico em Fe-Ti e outro carbonático; e (c) separação em várias frações “carbonáticas”, com predominância de alguma fase volátil (como S, P, Cl), conforme sugerido por Panina & Motorina (2008).

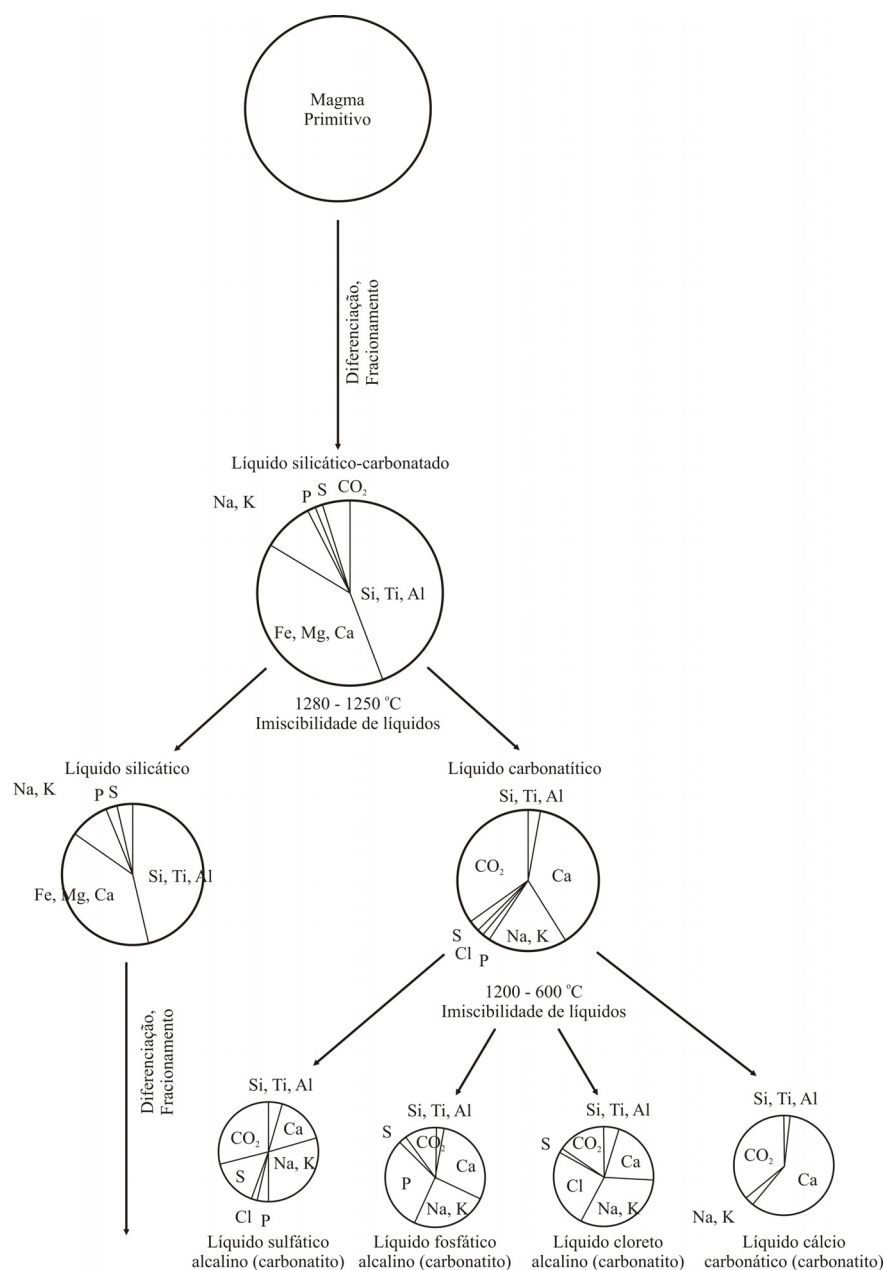


Figura 1.13 – Ilustração do esquema de imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico (duas fases) e imiscibilidade de líquidos carbonato-sais (polifásico) em magmas gerados em profundidade durante lento resfriamento e cristalização na crosta da Terra (Panina & Motorina, 2008).

1.5 MINERALIZAÇÕES ASSOCIADAS A COMPLEXOS ALCALINO-CARBONATÍICOS

Carbonatitos são originados no manto superior, e, juntamente com as rochas alcalinas associadas, são enriquecidos em Ba, Nb, ETR, Sr, Ta, Th, U e Zr. Alguns dos mais conhecidos (ou potenciais) depósitos minerais de Cu, Nb, ETRs, fosfato, vermiculita e fluorita estão associados a

carbonatitos. A origem dos depósitos minerais em complexos carbonatíticos pode ser primária (magmática), hidrotermal ou supergênica. Em muitos casos, mineralizações primárias sub-econômicas podem se tornar jazidas importantes, a partir do desenvolvimento de um perfil laterítico que concentra os minerais resistentes, com dissolução e remoção de elementos móveis, especialmente os carbonatos. Vários artigos resumem as mineralizações econômicas em carbonatitos (e.g. Deans, 1966, Mariano, 1989, Petrov, 2004, Biondi, 2005).

Existe uma grande variedade de minerais que são atualmente extraídos de carbonatitos, como bastnäesita, monazita, apatita, pirocloro, magnetita, fluorita, vermiculita, calcopirita, baddeleíta, thorita e uraninita. As *commodities* obtidas desses minerais incluem os elementos terras raras (ETRs), fosfato, nióbio, cobre, zircônio, tório, urânio, flúor, fluorita e vermiculita. Uma ampla variedade de elementos pode ser extraída como subproduto, incluindo Ta, Au, Ag e EPG (Woolley & Kjarsgaard, 2008).

Apesar da maioria da produção do fosfato mundial estar associada a fosforitos marinhos, importantes depósitos de fosfato estão contidos em complexos alcalino-carbonatíticos. A apatita primária é o mineral acessório mais comum em complexos alcalino-carbonatíticos, e por vezes atinge proporções essenciais, como em foscoritos, nelsonitos e apatititos.

Além da apatita obtida por mineração da rocha primária fresca, como em Jacupiranga (Biondi, 2005), depósitos de fosfato podem ocorrer a partir de acumulações eluviais, como por exemplo em Cargill, Canadá (Sandvik & Erdosh, 1977). A decomposição de rochas ricas em apatita durante o intemperismo pode concentrar a mineralização primária, gerando depósitos supergênicos, como os depósitos de fosfato da APIP, onde a mineralização primária pode estar associada a carbonatitos e foscoritos, como em Catalão, Salitre e Araxá, ou a rochas silicáticas, como no caso dos bebedouritos de Tapira (Brod et al., 2004).

Carbonatitos e rochas alcalinas associadas constituem a maior fonte de Nb do mundo. O Nb pode estar contido na estrutura de alguns minerais, como perovskita, rutilo e anatásio, ou pode ocorrer como elemento principal do mineral, como em pirocloro (Mariano, 1989). As mineralizações de Nb podem ser primárias e/ou produto de concentração residual por intemperismo, como nos casos de Araxá e Catalão (Brod et al., 2004)

A única mineralização econômica significativa de Cu em carbonatitos está situada no complexo de Phalaborwa, África do Sul (Eriksson, 1989), onde um *pipe* vertical de foscorito ocorre junto a piroxenitos micáceos, e carbonatitos bandados, que são cortados por carbonatitos tardios

(“carbonatito transgressivo”). A mineralização de Cu consiste predominantemente de bornita primária disseminada entre os tipos de carbonatitos. A mineralização tardia, formada após o carbonatito transgressivo, foi concentrada ao longo de fraturas, e é composta por calcopirita. Outros minerais de cobre incluem calcocita, cubanita, cuprita, malaquita e valleriita (Mariano, 1989).

Depósitos de ETR em complexos carbonatíticos ocorrem principalmente a partir de atividade hidrotermal e concentração supergênica. Raramente, minerais primários de ETR podem estar relacionados a estágios tardi-magmáticos, como o caso da mineralização de bastnaesita-parisita em Mountain Pass, Califórnia (Mariano, 1989).

Outras mineralizações/depósitos associados a complexos alcalino-carbonatíticos incluem: vermiculita, oriunda da alteração intempérica da flogopita, que pode ter origem magmática ou metassomática; fluorita, um mineral acessório comum, mas concentrações economicamente significantes estão associadas a atividade hidrotermal tardia; barita, que geralmente está concentrada em estágios tardios na evolução dos carbonatitos, além de se concentrar com a atividade hidrotermal em veios; titânio, associado a laterização de piroxenitos com grandes quantidades de perovskita (como o caso do complexo alcalinos da APIP), convertida em anatásio por descalcificação durante o intemperismo.

1.6 MÉTODOS E AMOSTRAGEM

As amostras utilizadas na elaboração da presente tese foram obtidas a partir de testemunhos de sondagem do complexo de Salitre, disponibilizadas pela Fosfertil S.A. A coleta de amostras concentrou-se em rochas frescas, livres de ação intempérica e/ou metassomática. Tendo em vista que a maioria das sondagens realizadas para prospecção nos complexos alcalinos do Alto Paranaíba concentra-se no manto de intemperismo, a primeira etapa da coleta foi realizada com base em um furo “estratigráfico”, com 500 metros de profundidade, para a aferição de variações petrográficas e mineralógicas em profundidade.

A segunda etapa de campo consistiu na amostragem de rocha fresca na base dos demais furos de sondagem do complexo de Salitre, no intuito de obter uma amostragem "horizontal" completa do complexo. Durante todo o processo, foram observados 83 furos de sonda, 62 dos quais foram amostrados, resultando em cerca de 300 amostras. Dessas, 148 amostras foram selecionadas devido a sua representatividade e excelente grau de preservação. Foram realizados ainda estudo petrográfico e re-interpretação de dados inéditos de um conjunto de 34 amostras de carbonatitos do

complexo de Salitre, pré-existentes no Grupo de Pesquisas de Rochas Alcalinas e Mineralizações Associadas da UnB.

Seções delgadas polidas de cada amostra foram estudadas em luz transmitida e refletida para determinação de composição modal (contagem de pontos) e características texturais. A composição química de fases minerais selecionadas (olivina, piroxênio, mica, espinélio, apatita, perovskita, granada, titanita e pirocloro) foi determinada por WDS usando uma microsonda eletrônica CAMECA SX-50 na Universidade de Brasília (UnB), e uma microsonda eletrônica JEOL JXA 8600 na Universidade de São Paulo (USP). As condições de operação foram de 20 nA e 15 kV para todos os minerais. Para calibração foi utilizado um conjunto de cristais naturais e sintéticos.

A composição química das amostras foi determinada por ICP-AES (elementos maiores) e ICP-MS (elementos-traço e terras raras), sobre alíquotas fundidas com metaborato de lítio (LiBO_4). As análises foram realizadas no laboratório ACME, Canadá, e no laboratório de Geoquímica da Universidade de Brasília, Brasil. As amostras preexistentes (Brod, 1999) foram analisadas na Universidade de Durham, Inglaterra, onde elementos maiores e alguns elementos-traço (Cr, Sc, Zr, Ni, Co, V, Nb, La, Ce, Nd, Y, Rb, Sr, Ba e Th) foram obtidos por Fluorescência de Raios-X (FRX), e elementos traço (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, Hf, Ta, Pb, Th e U) e terras raras foram analisados em ICP-MS.

Os dados isotópicos de carbono e oxigênio em carbonato foram obtidos pela reação das amostras com 100% H_3PO_4 a 72°C , usando um Gas Bench II System conectado a um espectrômetro de massa de fonte gasosa Delta V Advantage, no Laboratório de geocronologia da Universidade de Brasília.

A preparação de amostras para análise isotópica de Sm-Nd foi realizada de acordo com o método proposto por Gioia & Pimentel (2000). Amostras de rocha total pulverizadas foram misturadas com um padrão isotópico ^{149}Sm - ^{150}Nd e dissolvidas em recipientes fechados do tipo savilex. Sm e Nd foram extraídos em colunas de troca iônica com resina LN-Spec. Amostras para análise isotópica de Sr foram dissolvidas de maneira idêntica à de Sm-Nd. Sr foi separado em colunas de troca iônica com resina Bio-Rad AG 50W-X8 200-400 mesh. As determinações analíticas foram realizadas em um espectrometro de massa Finningan MAT-262 no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailey, D.K., 1993. Carbonate magmas. *Journal of the Geological Society of London*, 150: 637-651.
- Barker, D. S., 1989. Field relations of carbonatites. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 38-69.
- Barker, D. S., 1996. Nephelinite-phonolite volcanism. In R. H. Mitchell, Ed., *Undersaturated alkaline rocks: mineralogy, petrogenesis, and economic potential*, Mineralogical Association of Canada Short Course 24: 23-44.
- Bell, K., Blenkinsop, J., 1989. Neodymium and Strontium isotope geochemistry of carbonatites. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 278-300.
- Bell, K., Rukhlov, A.S., 2004. Carbonatites: Origin, evolution and source characteristics. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 433-468.
- Biondi, J.C., 2005. Brazilian mineral deposits associated with alkaline and alkaline-carbonatite complexes. In: P. Comin-Chiaramonti, C.B. Gomes (Editors), *Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform*. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil, pp. 707-750.
- Bogoch, R. and Magaritz, M., 1983. Immiscible silicate-carbonate liquids as evidenced from ocellar diabase dykes, Southeast Sinai. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 83: 227-230.
- Brigatti, M. F., Medici, L., Saccani, E., Vaccaro, C., 1996. Crystal-chemistry and petrologic significance of Fe³⁺-Rich phlogopite from the Tapira carbonatite complex, Brazil. *American Mineralogist* 81: 913-927.
- Brod J.A., 1999. *Petrology and geochemistry of the Tapira alkaline complex, Minas Gerais State, Brazil*. University of Durham, UK (PhD thesis).
- Brod J.A., Gibson S.A., Thompson R.N., Junqueira-Brod T.C., Seer H.J., Moraes L.C., Boaventura G.R., 2000. Kamafugite affinity of the Tapira alkaline-carbonatite complex (Minas Gerais, Brazil). *Revista Brasileira de Geociências* 30: 404-408.
- Brod, J.A., Ribeiro, C.C., Gaspar, J.C., Junqueira-Brod, T.C., Barbosa, E.S.R., Riffel, B.F., Silva, J.F., Chaban, N., Ferrari, A.J.D., 2004. *Guia de excursão 1: Geologia e Mineralizações dos Complexos Alcalino-Carbonatíticos da Província Ígnea do Alto Paranaíba*. 42 Congresso Brasileiro de Geologia. Araxá, Brasil.

Constanzo, A., Moore, K.R., Wall, F., Feely, M., 2006. Fluid inclusions in apatite from Jacupiranga calcite carbonatites: Evidence for a fluid-stratified carbonatite magma chamber. *Lithos* 91: 208-228.

Church, A.A., Jones, A.P., 1995. Silicate-carbonate immiscibility at Oldoinyo Lengai. *Journal of Petrology* 36: 869-889.

Dalton, J.A., Wood, B.J., 1993. The compositions of primary carbonate melts and their evolution through wallrock reaction in the mantle. *Earth and Planetary Science Letters* 119: 511-525.

Dalton, J.A., Presnall, D.C., 1998. Carbonatitic melts along the solidus of a model lherzite in the system CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-CO₂ from 3 to 7 GPa. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 131: 123-135.

Dawson, J.B., Hawthorne, J.B., 1973. Magmatic sedimentation and carbonatitic differentiation in kimberlite sills at Benfontein, South Africa. *Journal of the Geological Society of London* 129: 61-85.

Dawson, J.B., Pinkerton, H., Pyle, D. M., Nyamweru, C., 1994. June 1993 eruption of Oldoinyo Lengai, Tanzania - exceptionally viscous and large carbonatite lava flows and evidence for coexisting silicate and carbonate magmas. *Geology* 22: 799-802.

Deans, T., 1966. Economic mineralogy of African carbonatites. In: *Carbonatites*, O.F. Tuttle & J. Gittins (editors), New York, Wiley. 385-413.

Dunworth, E.A., Bell, K., 2001. The Turij Massif, Kola Peninsula, Russia: isotopic and geochemical evidence of multiple-source evolution. *Journal of Petrology* 42: 377-405.

Eggler, D.H., 1989. Carbonatites, primary melts, and mantle dynamics. In: K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 561-579.

Epshteyn E.M., Danil'chenko N.A., 1988. Spatial-genetic model of the Kovdor apatite-magnetite deposit, a carbonatite complex of the ultramafic, ijolite and carbonatitic rock association. *International Geology Review* 30: 981-993.

Eriksson S.C., 1989. Phalaborwa: A saga of magmatism, metassomatism and miscibility. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 221-254.

Franz, G.W., Wyllie, P.J., 1967. Experimental studies in the system CaO-MgO-SiO₂-CO₂-H₂O. In: *Ultramafic and related rocks* (P.J. Wyllie, Ed.), John Wiley, New York, 323-326.

Gibson S.A., Thompson R.N., Leonardos O.H., Dickin A.P., Mitchell J.G., 1995a. The Late Cretaceous impact of the Trindade mantle plume - evidence from large-volume, mafic, potassic magmatism in SE Brazil. *Journal of Petrology* 36: 189-229.

Gibson S.A., Thompson R.N., Dickin A.P., Leonardos O.H., 1995b. High-Ti and low-Ti mafic potassic magmas: Key to plume-lithosphere interactions and continental flood-basalt genesis. *Earth and Planetary Science Letters* 136: 149-165.

Gioia, S.M., Pimentel, M.M., 2000. A metodologia Sm-Nd no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72: 219-245.

Gomes C.B., Ruberti E., Morbidelli, L., 1990. Carbonatite complexes from Brazil: a review. *Journal of South American Earth Sciences* 3: 51-63.

Hamilton, D.L., Bedson, P. and Esson, J., 1989. The behaviour of trace elements in the evolution of carbonatites. In K. Bell, Ed., *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 405-427.

Harmer, R.E., Gittins, J., 1997a. Carbonatites from source to surface. *Journal of African Earth Sciences* 25(1): 1-3.

Harmer, R.E., Gittins, J., 1997b. The origin of dolomitic carbonatites: field and experimental constraints. *Journal of Asian Earth Sciences* 25(1): 5-28.

Harmer, R.E., Gittins, J., 1998. The case for primary, mantle-derived carbonatite magma. *Journal of Petrology* 39: 1895-1904.

Heinrich, E.W., 1966. *The geology of carbonatites*. Rand McNally and Company, Chicago, USA, 608pp.

Hogarth, D.D., 1989. Pyrochlore, apatite and amphibole: distinctive minerals in carbonatite. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 105-148.

Jones, J.H., Walker, D., Pickett, D.A., Murrell, M.T., Beattie, P., 1995. Experimental investigations of the partitioning of Nb, Mo, Ba, Ce, Pb, Ra, Th, Pa, and U between immiscible carbonate and silicate liquids. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59: 1307-1320.

Karchevsky, P.I., Moutte, J., 2004. The phoscorite-carbonatite complex of Vuorijarvi, northern Karelia. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 163-169.

King, B.C., 1949. The Napak area of Karamoja, Uganda. *Geological Survey of Uganda memoir*, 5.

Kjarsgaard, B.A., Hamilton, D. L., 1989. The genesis of carbonatites by immiscibility. In K. Bell, Ed., Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 388-404.

Klemme, S., Dalpe, C., 2003. Trace-element partitioning between apatite and carbonatite melt. *American Mineralogist* 88: 639-646.

Krasnova, N.I., Petrov, T.G., Balaganskaya, E.G., Garcia, D., Moutte, D., Zaitsev, A.N. and Wall, F., 2004. Introduction to phoscorites: occurrence, composition, nomenclature and petrogenesis. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 45-79.

Le Bas, M. J., 1985. Nephelinites and Carbonatites. *Journal of the Geological Society of London* 142: 704.

Le Bas, M. J., 1989. Diversification of carbonatite. In K. Bell, Ed., Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 428-447.

Lee, M.J., Garcia, D., Moutte, J., Williams, C.T. and Wall, F., 2004, Carbonatites and phoscorites from the Sokli complex, Finland. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series. p. 133–162.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1994. Experimental data bearing on liquid immiscibility, crystal fractionation, and the origin of calciocarbonatites and natrocarbonatites. *International Geological Review* 36: 797-819.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., Rossman, G.R., 1994. CO₂-rich glass, round calcite crystals and no liquid immiscibility in the system CaO-SiO₂-CO₂ at 2.5 GPa. *American Mineralogist* 79: 135-144.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1997a. Liquid immiscibility between nephelinite and carbonatite from 1.0 to 2.5 GPa compared with mantle compositions. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 127: 1-16.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1997b. Liquid immiscibility in the join NaAlSiO₄-NaAlSi₃O₈-CaCO₃ at 1GPa: implications for crustal carbonatites. *Journal of Petrology* 38 (9): 1113-1135.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1998a. Petrogenesis of carbonatite magmas from mantle to crust, constrained by the system CaO-(MgO+FeO*)-(Na₂O+K₂O)-(SiO₂+Al₂O₃+TiO₂)-CO₂. *Journal of Petrology* 39: 495-517.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1998b. Processes of crustal carbonatite formation by liquid immiscibility and differentiation elucidated by model systems. *Journal of Petrology* 39: 2005-2014.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 2000. The system CaO-MgO-SiO₂-CO₂ at 1 GPa, metasomatic werhlites, and primary carbonatite magmas. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 138: 214-228.

Lee, W.-J., Fanelli, M.F., Cava, N., Wyllie, P.J., 2000. Calciocarbonatite and magnesiocarbonatite rocks and magmas represented in the system CaO-MgO-CO₂-H₂O at 0.2 GPa. *Mineralogy and Petrology* 68: 225-256.

Le Maitre, R.W., 2002. *Igneous Rocks: a Classification and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Lloyd, F.E., Bailey, D.K., 1991. Complex mineral textures in bebedourite: possible links with alkali clinopyroxenite xenoliths and kamafugitic volcanism. In O. H. Leonardos, H. O. A. Meyer and J. C. Gaspar, Eds., *5th International Kimberlite Conference (Extended Abstracts)*. Araxá, Brazil, CPRM, Special Publication 3/91. 263-269.

Mariano, A.N., 1989. Nature of economic mineralization in carbonatites and related rocks. In: K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 149-176.

Marty, B., Tolstikhin, I., Kamensky, I.L., Nivin, V., Balaganskaya, E., Zimmermann, J.L., 1998. Plume-derived rare gases in 380 Ma carbonatites from the Kola region (Russia) and the argon isotopic composition in the deep mantle. *Earth and Planetary Science Letters* 164: 179-192.

Morbidelli L., Gomes C.B., Beccaluva L., Brotzu P., Garbarino C., Riffel B.F., Ruberti E., Traversa G., 1997. Parental magma characterization of Salitre cumulate rocks (Alto Paranaíba Alkaline Province, Brazil) as inferred from mineralogical, petrographic, and geochemical data. *International Geology Review* 39: 723-743.

Nasraoui, M., Bilal, E., 2000. Pyrochlores from the Lueshe carbonatite complex (Democratic Republic of Congo): a geochemical record of different alteration stages. *Journal of Asian Earth Sciences* 18: 237-251.

Otto, J.W., Wyllie, P.J., 1993. Relationships between silicate melts and carbonate precipitating melts in CaO-MgO-SiO₂-CO₂-H₂O at 2 Kbar. *Mineralogy and Petrology* 48: 343-365.

Panina, L.I., 2005. Multiphase carbonate-salt immiscibility in carbonatite melts: data on melt inclusions from the Krestovskiy massif minerals (Polar Siberia). *Contributions to Mineralogy and Petrology* 150: 19-36.

Panina, L.I., Motorina, I.V., 2008. Liquid immiscibility in deep-seated magmas and the generation of carbonatite melts. *Geochemistry International* 46(5): 448-464.

Petrov, S.V., 2004. Economic deposits associated with the alkaline and ultrabasic complexes of the Kola Peninsula. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 469-490.

Prowatke, S., Klemme, S., 2006. Trace element partitioning between apatite and silicate melts. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70: 4513-4527.

Ribeiro, C.C., 2008. Geologia, geometalurgia, controles e gênese dos depósitos de fósforo, terras raras e titânio do complexo carbonatítico Catalão I, GO. Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 473p.

Russell, H.D., Hiemstra, S.A., Groeneveld, D., 1954. The mineralogy and petrology of the carbonatite at Loolekop, Eastern Transvaal. *Transactions of the Geological Society of South Africa* 57: 197-208.

Sandvik, P.O., Erdosh, G., 1977. Geology of the Cargill phosphate deposit in northern Ontario. *Canadian Mining and Metallurgical Bulletin* 69: 90-96.

Silva A.B., Marchetto M., Souza O.M., 1979. Geologia do complexo carbonatítico de Araxá (Barreiro), MG. *Mineração e Metalurgia* 415: 14-18.

Sokolov, S. V., 1983. The genetic unit of the apatite-magnetite ores and carbonatites in alkali-ultrabasic intrusions. *Geochemistry International* 20: 86-98.

Sokolov, S.V., 1985. Carbonates in ultramafite, alkali-rock, and carbonatite intrusions. *Geochemistry International* 22: 150-166.

Stoppa, F., Cundari, A., 1995. A new Italian carbonatite occurrence at Cupaello (Rieti) and its genetic significance. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 122: 275-288.

Streckeisen, A., 1980. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic Rocks. IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Recommendations and Suggestions. *Geologische Rundschau. Internationale Zeitschrift für Geologie* 69: 194-207.

Thivierge, S., Roy, W. D., Chown, E. H., Gauthier, A., 1983. Evolution of the alkaline complex of St-Honore (Quebec) after its formation. *Mineralium Deposita* 18 (2): 267-283.

Tolstikhin, I.N., Kamensky, I.L., Marty, B., Nivin, V.A., Vetrin, V.R., Balaganskaya, E.G., Ikorsky, S.V., Gannibal, M.A., Weiss, D., Verhulst, A., Demaiffe, D., 2002. Rare gas isotopes and parent trace elements in ultrabasic-alkaline-carbonatite complexes, Kola Peninsula: identification of lower mantle plume component. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 66: 881-901.

Tröger E., 1928. Alkaligesteine aus der Serra do Salitre im westlichen Minas Geraes, Brasilien. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abt A*: 202-204.

Veksler, I. V., Petibon, C., Jenner, G. A., Dorfman, A. M. and Dingwell, D. B., 1998. Trace element partitioning in immiscible silicate-carbonate liquid systems: an initial experimental study using a centrifuge autoclave. *Journal of Petrology* 39: 2095-2104.

Verhulst, A., Balaganskaya, E., Kimarsky, Y., Demaiffe, D., 2000. Petrological and geochemical (trace elements and Sr-Nd isotopes) characteristics of the Paleozoic Kovdor ultramafic, alkaline, and carbonatitic intrusion (Kola Peninsula, NW Russia). *Lithos* 51: 1-25.

Watkinson, D.H., Wyllie, P.J., 1971. Experimental study of the join $\text{NaAlSiO}_4\text{-CaCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ and the genesis of alkali rock-carbonatite complexes. *Journal of Petrology* 12: 357-378.

Watson, E.B., Green, T.H., 1981. Apatite/liquid partition coefficients for the rare-earth elements and strontium. *Earth and Planetary Science Letters* 56: 405-421.

Wendlandt, R.F., Harrison, W.J., 1979. Rare Earth partitioning between immiscible carbonate and silicate liquids and CO_2 vapor: results and implications for the formation of light rare earth-enriched rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 69: 409-419.

Wyllie, P.J., 1989. Origin of carbonatites – evidence from phase equilibrium studies. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 500-545.

Wyllie, P.J., Lee W.J., 1998. Model system controls on conditions for formation of magnesiocarbonatite and calciocarbonatite magmas from the mantle. *Journal of Petrology* 39: 1885-1894.

Wyllie, P.J., Lee W.J., 1999. Kimberlites, carbonatites, peridotites and silicate-carbonate liquid immiscibility explained in parts of the system $\text{CaO-(Na}_2\text{O+K}_2\text{O)-(MgO+FeO)-(SiO}_2\text{+Al}_2\text{O}_3\text{)-CO}_2$. *Proceedings of the 7th International Kimberlite Conference*, p. 923-932.

Woolley A.R., Kempe D.R.C., 1989. Carbonatites: nomenclature, average chemical compositions, and element distribution. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 1-14.

Woolley, A.R., Kjarsgaard, B.A., 2008. Paragenetic types of carbonatite as indicated by the diversity and relative abundances of associated silicate rocks: evidence from a global database. *Canadian Mineralogist* 46: 741 - 752.

Yegorov, L.S., 1993. Phoscorites of the Maymecha-Kotuy ijolite-carbonatite association. *International Geology Review* 35: 346-358.

Yuhara M., Hirahara Y., Nishi N., Kagami H., 2005. Rb-Sr, Sm-Nd of the Phalaborwa Carbonatite Complex, South Africa. *Polar Geosciences* 18:101-113.

Zaitsev A., Bell K., 1995. Sr and Nd isotope data of apatite, calcite and dolomite as indicators of source, and the relationships of phoscorites and carbonatites from the Kovdor massif, Kola peninsula, Russia. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 121: 324-335.

CAPÍTULO 2

BEBEDOURITE FROM ITS TYPE AREA (SALITRE I COMPLEX): A KEY PETROGENETIC SERIES IN THE LATE-CRETACEOUS ALTO PARANAIBA KAMAFUGITE-CARBONATITE-PHOCORITE ASSOCIATION, CENTRAL BRAZIL.

Elisa Soares Rocha Barbosa^{a*}, José Affonso Brod^a, Tereza Cristina Junqueira-Brod^a, Elton Luiz Dantas^a, Pedro Filipe de Oliveira Cordeiro^a

a - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Campus Asa Norte, 70.910-900 Brasília, DF, Brazil. elisa.barbosa@uol.com.br, brod@unb.br, t.c.j.brod@uol.com.br, elton@unb.br

* Corresponding author: Elisa Soares Rocha Barbosa, Universidade de Brasília, Campus Asa Norte, 70.910-900, Brasília, DF, Brazil. elisa.barbosa@uol.com.br. Tel: +55 61 3344-7844. Fax: +55 61 3272-4286

Abstract: Bebedourite is a cumulate rock composed of variable, but roughly equant amounts of diopside, perovskite (and other Ca-Ti minerals, such as titanite and melanite), apatite, magnetite, and phlogopite. Other minerals may be modally important, such as olivine in the least evolved, and K-feldspar in the most evolved members of the bebedourite series. Magma evolution in bebedourites is accompanied of a progressive enrichment in SiO₂ activity, which results in the transformation of perovskite into titanite and titanite into melanite. Although in some cases the SiO₂ increase may result from crustal contamination, this seems to be a localized effect and cannot account for the evolution of the whole bebedourite series. Crystal fractionation is further supported by the composition of key mineral phases, such as pyroxene and phlogopite. The Salitre complex is an ultrapotassic carbonatite- and phoscorite-bearing alkaline plutonic complex belonging to the Late-Cretaceous Alto Paranaíba Igneous Province (APIP). It is a multi-intrusion complex, divided into three main outcropping bodies (Salitre I, II, and III). The complex consists mainly of bebedourite, with lesser amounts of carbonatite and phoscorite, particularly in the central-north part. A particular type of bebedourite, where the main Ca-Ti mineral is melanite garnet dominates the southern part of Salitre I and also occurs as dykes crosscutting older bebedourites, suggesting that melanite-bebedourites form an independent intrusion. Sr and Nd isotopic data indicate that the magmas that

gave origin to bebedourites in the Salitre complex originated in a metasomatized sub-continental lithospheric mantle similar to that involved in the origin of the rest of the APIP.

Keywords: APIP, bebedourite, carbonatite, phoscorite, ultrapotassic rocks.

2.1 INTRODUCTION

Recent compilations of carbonatite and phoscorite occurrences have shown that nearly all known phoscorites are associated with carbonatites and, in many cases, also with alkaline silicate rocks (Krasnova *et al.*, 2004), and that ca. 76 % of carbonatites (whether associated with phoscorites or not) are temporally and spatially associated with alkaline silicate rocks (Woolley and Kjarsgaard, 2008). In relatively rare cases, these three rock series are found together, generally in multiphase intrusions with complex petrologic evolution. The best examples of this are phoscorite-carbonatite-alkaline silicate rock complexes in the Maimecha–Kotui and Kola Alkaline Provinces (KAP, Russia) and in the Alto Paranaíba Igneous Province (APIP, Brazil), as well as the Phalaborwa Complex in South Africa. Such associations are of great petrological interest because they allow the investigation of the relationships between highly contrasting (silicate, phosphate-oxide, carbonate) types of magma. They are also economically important, as the complexes may contain world-class deposits of magmatic phosphate (KAP, APIP, Phalaborwa), niobium (APIP), and copper (Phalaborwa), as well as deposits of titanium, rare-earth elements, iron (magnetite), vermiculite, and several possible by-product commodities.

Woolley and Kjarsgaard (2008) devised a number of paragenetic categories based on the type of carbonatite-silicate rock association. Occurrences where phoscorites, carbonatites and alkaline silicate rocks are all present in the same complex fall into one of their following categories: “e, f” (carbonatite with only olivinite and pyroxenite as ultramafic rocks \pm syenite; APIP, Phalaborwa); “g” (carbonatite with only pyroxenite + syenite), and “j” (carbonatite with melilite-bearing intrusive rocks; KAP).

Even within this restricted group of occurrences, provinciality exerts an important control on the petrographic types of silicate rocks produced in each case. For instance, rocks of the ijolite series are common in several of the Kola complexes (Krasnova *et al.*, 2004), but absent in the APIP complexes and Phalaborwa, indicating a more sodic parental composition for Kola, whereas Phalaborwa and the APIP have ultrapotassic affinities (Eriksson, 1989; Gibson *et al.*, 1995a; Brod *et*

al., 2000). On the other hand, the typical silicate rocks in the APIP complexes are dunites, pyroxenites, syenites, and bebedourites (a diopside-, apatite-, perovskite-, phlogopite-, and magnetite-rich rock).

Bebedourite is a conspicuous rock-type in all carbonatite complexes of the Alto Paranaíba Igneous Province, and appears to be a hallmark of carbonatite- and phoscorite-bearing complexes of ultrapotassic affiliation. It is also the primary host of important phosphate mineralization in some complexes (e.g. Tapira, Brod *et al.*, 2004). Nevertheless, this rock-type, has received little attention over the years, and very little detail is available on its mineralogy and chemistry.

In some APIP complexes, such as Catalão I and Araxá, bebedourites are strongly converted to metasomatic phlogopitite through interaction with carbonatite magma or fluids. In other cases, such as Salitre and Tapira, large portions of bebedourite are preserved from metassomatic alteration, and fresh samples are available from drill cores.

In this paper we use petrographic, mineral chemistry, whole-rock geochemistry and Sr-Nd isotope data to characterize well-preserved bebedourites from their type-area (the Salitre complex, in the APIP, Tröger, 1928; 1935), to investigate their origin and magmatic evolution, and to compare them with other known occurrences.

2.2 ROCK NOMENCLATURE CONSIDERATIONS

The ultramafic silicate rocks of the APIP complexes are mostly cumulates, consisting of variable modal proportions of the essential minerals olivine, clinopyroxene, phlogopite, apatite, perovskite, melanite, titanite, and magnetite, with rare occurrences of chromite (in the least evolved terms) and K-feldspar (in the most evolved terms). Because of their peculiar mineralogical composition, many of these rocks are difficult to fit into the commonly accepted criteria for the classification of magmatic rocks (e.g. Le Maitre, 2002). One major reason for this is that minerals which are usually accessory phases (e.g. apatite, perovskite, phlogopite, magnetite, garnet, titanite), and therefore not taken into account in general classification schemes, may be essential components in these rocks, posing severe difficulties to the application of established rock-classification systems.

Figure 2.1 illustrates the modal variability of 93 samples of bebedourites from the Salitre (this work) and Tapira (Brod, 1999) complexes, in the APIP. These rocks have been generically described in the literature as clinopyroxenites but, in the majority (ca. 65 %) of them, clinopyroxene abundances do not even reach 50 vol. %. Only one of our analyzed samples had over 80 vol. % and

none had over 90 vol. % clinopyroxene. Only 11 samples in this database contained olivine. Two samples from Tapira contained K-feldspar. In summary, these rocks are composed of variable but often evenly distributed amounts of clinopyroxene, phlogopite, perovskite (or other Ca-Ti mineral such as melanite garnet or titanite), magnetite, and apatite.

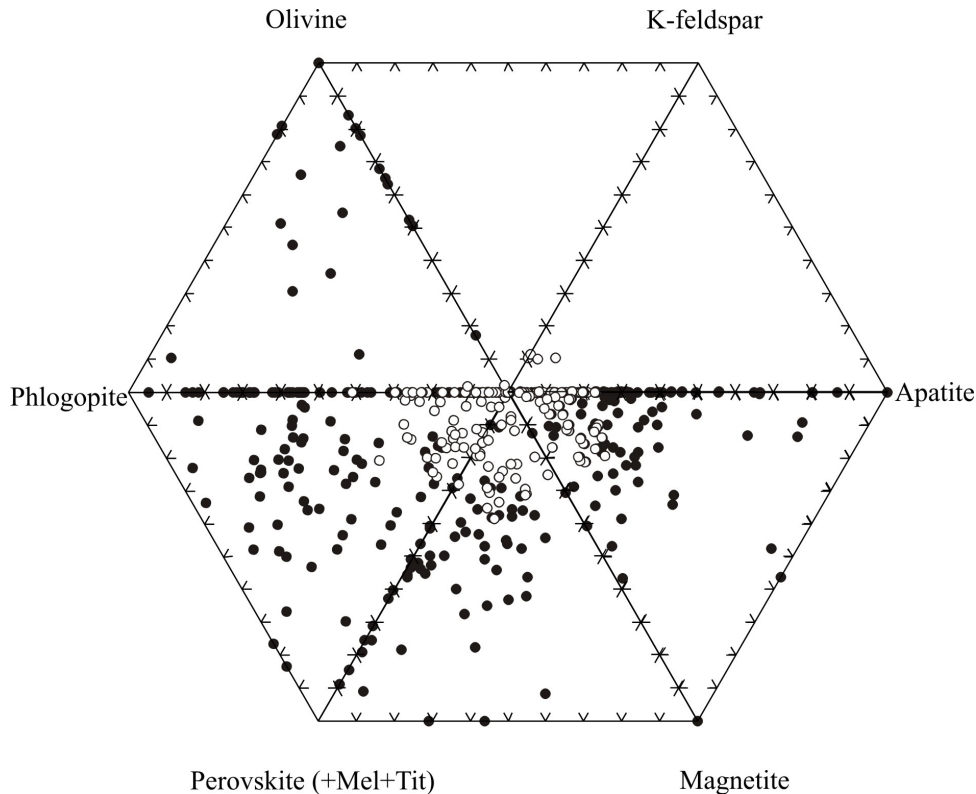


Figure 2.1 – Modal composition of bebedourites from the Salitre (this work) and Tapira (Brod, 1999) complexes in the Alto Paranaíba Igneous Province (APIP). The central variable is vol. % of clinopyroxene. White circles represent rocks with more than 50 vol. % of clinopyroxene. Mel = melanite garnet, Tit = titanite.

The classification of these rocks in a simplified framework (i.e. considering them as ultramafic and taking into account only the proportions of olivine and clinopyroxene) results in a progression from dunite through wehrlite to clinopyroxenite. However, because in most cases the sum of modal apatite, perovskite, magnetite, and phlogopite exceeds that of olivine and clinopyroxene, such classification is clearly inadequate to describe their composition, facies variations and strongly alkaline character.

A slightly more accurate approximation would be achieved by adding the prefix alkali (e.g. alkali pyroxenite), as suggested by Le Maitre (2002). However, the recommended criteria for the

application of this prefix are: 1) the occurrence of modal feldspathoids and/or alkali pyroxene/amphibole; or 2) the presence of normative feldspathoids or acmite. With extremely rare exceptions, the ultramafic rocks in the APIP plutonic complexes do not contain feldspathoids, and their clinopyroxene is diopsidic in composition, hence failing the first criterion. The use of normative composition to classify rocks in a sequence of cumulates with significant facies variation is, at best, adventurous, rendering the second criterion equally inapplicable. Moreover, the use of the name alkali-pyroxenite could induce confusion with jacupirangite, a particular variety of alkali-pyroxenite that is intimately associated with carbonatite complexes of sodic affiliation, but which differs from the APIP rocks in that the latter do not contain nepheline. The same reasoning applies to rule out the possibility of classifying the APIP rocks as members of the ijolite series (melteigite, ijolite, urtite; distinguished on the basis of varying proportions of clinopyroxene and nepheline). Although ijolites and related rocks (redefined by Le Maitre *et al.* 1989 as varieties of foidolite) are commonly associated with carbonatite complexes, they are typically sodium-rich alkaline rocks and, therefore, fundamentally distinct from the APIP complexes, which are of ultrapotassic affinity.

Tröger (1928, quoted in Tröger, 1935) defined “bebedourite” as a biotite- and perovskite-rich clinopyroxenite, typically containing 54% aegirinic diopside, 21% biotite, 14% perovskite, 10% opaque minerals and accessory apatite, K-feldspar and olivine. The type locality for this rock is the Bebedouro area, in the Salitre Hill, Minas Gerais State, Brazil (i.e. the Salitre alkaline-carbonatite-phoscorite complex, in the Alto Paranaíba Igneous Province). This definition is a close enough match for most of the pyroxene-rich ultramafic plutonic rocks of APIP. The term bebedourite has been often applied in the literature, in connection with carbonatite complexes of the Alto Paranaíba region (e.g. Gomes *et al.*, 1990; Lloyd and Bailey, 1991; Gibson *et al.*, 1995a; Brigatti *et al.*, 1996; Morbidelli *et al.*, 1997). Finally, the use of this rock name is most successful in emphasizing the differences between the ultrapotassic ultramafic rocks associated with the APIP complexes and sodium-rich ultramafic rocks associated with many carbonatite complexes elsewhere. Therefore, whilst appreciating that regional rock names should ideally be avoided when classifying igneous rocks, the designation bebedourite is preferred here as the best available match for the APIP “pyroxenites” and their facies variations.

In this work, we adopt the term “bebedourite” to designate cumulates derived from ultrapotassic magma, containing large but variable amounts of clinopyroxene, phlogopite, apatite,

and opaque minerals (mostly magnetite). Olivine and Ca-Ti minerals, such as perovskite, titanite, and melanite, are used to distinguish between different bebedourite varieties.

2.3 REGIONAL GEOLOGICAL SETTING

During the Cretaceous and Eocene, an intense magmatism occurred in south-central Brazil and Eastern Paraguay. This activity resulted in the Paraná-Etendeka flood basalts Province, during the Early Cretaceous, and the generation of several alkaline provinces, ranging from Early Cretaceous to Eocene, at the borders of the Paleozoic Paraná Basin. These provinces have been the subject of several field, petrographic, geochemical, isotopic and mineralogical studies over the last three decades (e.g. Woolley, 1987; Gomes *et al.*, 1990; Bizzi *et al.*, 1995; Gibson *et al.*, 1995a,b, 1997; Morbidelli *et al.*, 1995a; Comin-Chiaramonti and Gomes, 1996, 2005; Carlson *et al.*, 1996, 2007; Comin-Chiaramonti *et al.*, 1997; Thompson *et al.*, 1998, Brod *et al.*, 2000, 2001, 2004. Junqueira-Brod *et al.* 2000, 2002, 2004, 2005a,b; Ribeiro *et al.*, 2005). The magmatism in this region is interpreted as the result of the impact of mantle plumes at the base of the continental lithosphere (Herz, 1977; Toyoda *et al.*, 1994; Gibson *et al.*, 1995a,b, 1997; Bizzi *et al.*, 1995; VanDecar *et al.*, 1995; Thompson *et al.*, 1998), as are the counterpart occurrences in Western Africa (Lanyon and Le Roex, 1995; Milner *et al.*, 1995; Milner and Le Roex, 1996; Le Roex and Lanyon, 1998). The Poxoréu, Goiás, and Alto Paranaíba Provinces, all of Late-Cretaceous age and located at the northern border of the Paraná Basin, are interpreted as the result of the initial impact of the Trindade Plume under the lithosphere of central Brazil, whereas the younger Serra do Mar Province corresponds to the leakage of unusually hot asthenosphere to the south, as the thick São Francisco Craton lithosphere drifted westward over the plume location (Gibson *et al.*, 1995a, 1997; Thompson *et al.*, 1998). Gibson *et al.* (1995b) point out that the Trindade plume acted only as a heat source for the melting of the overlying sub-continental lithospheric mantle, which explains the lack of plume signature in the APIP magmas. The Nd model ages in the whole of APIP suggest that a relatively old (0.9-1.3 Ga) event was responsible for the enrichment of the lithospheric mantle source in the region.

The Late-Cretaceous APIP (Almeida, 1983; Gibson *et al.*, 1995a) in central-southeastern Brazil comprises a voluminous ultrapotassic magmatism emplaced into Neoproterozoic rocks of the Brasília Mobile Belt, in a relatively narrow NW-trending area between the SW margin of the Archaean São Francisco Craton and the NE margin of the Paleozoic Paraná Basin. Most works

report a narrow age range for the province, between 80-90 Ma (Ulbrich and Gomes, 1981; Sonoki and Garda, 1988; Sgarbi *et al.* 2004).

The APIP (Fig. 2.2) is composed mainly of kamafugites which occur as numerous small intrusions (plugs, dykes, vents, e.g. Gibson *et al.*, 1995a; Araújo *et al.*, 2001), occasionally ranging up to few hundred meters in diameter, and as lavas and pyroclastic deposits covering large areas of the province (Mata da Corda Group, Seer and Moraes, 1988; Seer *et al.*, 1989; Sgarbi and Valença, 1993, 1994; Sgarbi and Gaspar, 1995; Gibson *et al.*, 1995a). Subordinate amounts of kimberlites (e.g. Gonzaga and Tompkins, 1991; Gibson *et al.*, 1995a; Araújo *et al.*, 2001; Costa, 2008) and rare lamproites (Gibson *et al.*, 1995a) also occur in the province. In addition to these volcanic-subvolcanic rock-types, a number of large (up to 65 km²) carbonatite- and phoscorite-bearing alkaline complexes occur in the APIP, comprising Catalão I and II in southern Goiás State, and Serra Negra, Salitre I, II and III, Araxá, and Tapira, in western Minas Gerais State (Berbert, 1984; Gomes *et al.*, 1990; Morbidelli *et al.* 1995b, 1997; Traversa *et al.*, 2001; Brod *et al.*, 2004).

The plutonic complexes intrude Neoproterozoic metamorphic rocks of the internal and external domains of the Brasilia Mobile Belt, usually producing dome structures. Intense tropical weathering and the inward drainage patterns resulting from the weathering-resistant country rock surrounding the domes (Mariano and Marchetto, 1991; Danni *et al.*, 1991) produced a thick soil cover in most of the complexes, favouring the development of supergenic deposits of phosphate and niobium traditionally exploited in the region, as well as yet unexploited REE, titanium, and vermiculite occurrences. Outcrops are rare, and the best samples for petrographic and geochemical studies are restricted to drill cores and a few exposures within mining pits.

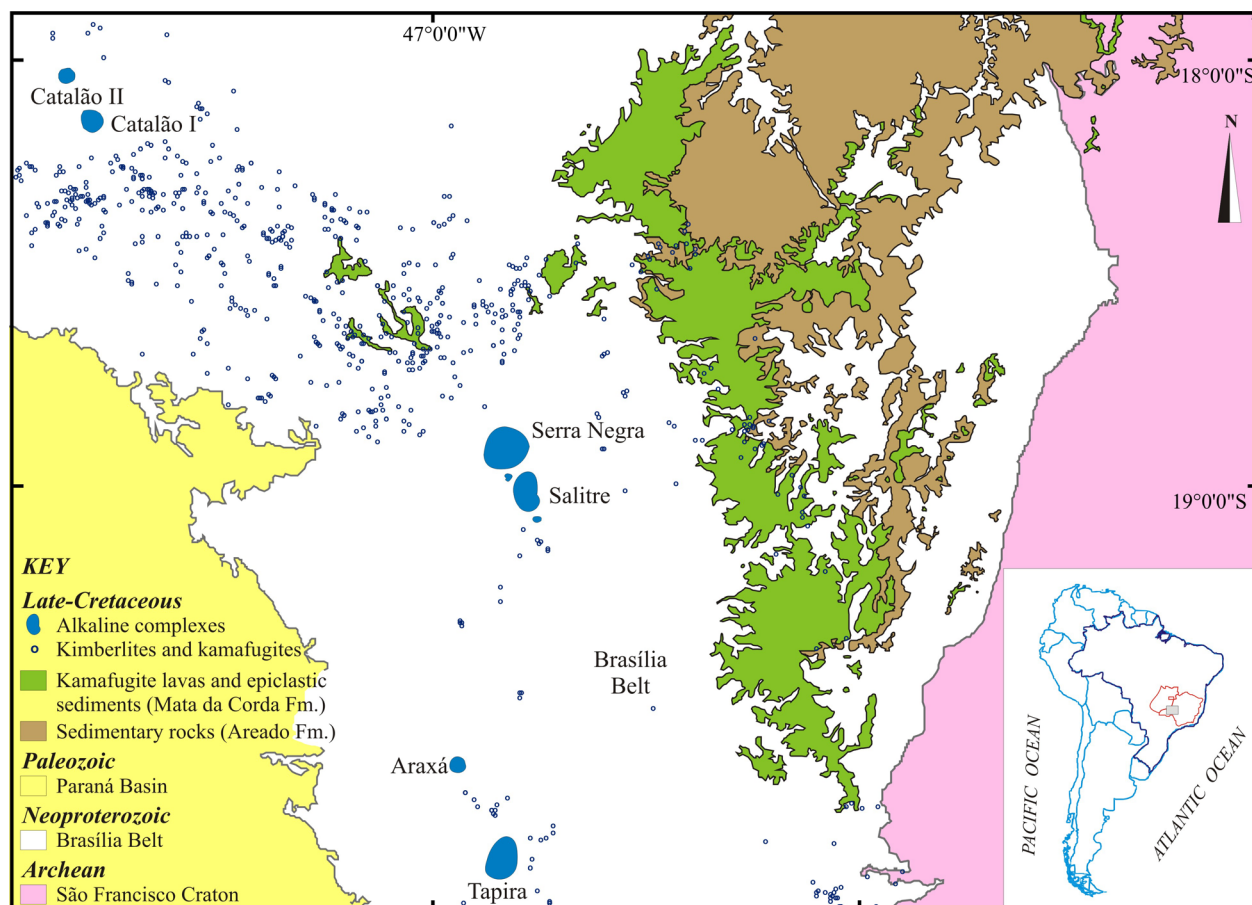


Figure 2.2 – Geological map of the Alto Paranaíba Igneous Province. Adapted from Oliveira *et al.* (2004).

The presence of abundant xenoliths of dunite, pyroxenite, bebedourite, melilitite, and syenite in the Mata da Corda volcanic and pyroclastic rocks led Seer and Moraes (1988) to suggest the existence of carbonatite-bearing complexes at depth in the Mata da Corda Region. The mineralogical composition (clinopyroxene, phlogopite, perovskite, apatite, melanite, magnetite, and, occasionally, Ba-rich K-feldspar) and textures of the xenoliths in the Mata da Corda rocks closely resemble those of the bebedourites in the APIP plutonic carbonatite complexes (Lloyd and Bailey, 1991; Brod *et al.*, 2000; Marchão *et al.*, 2008). Lloyd and Bailey (1991) suggested a parental relationship between the APIP kamafugites and the plutonic bebedourites occurring in the APIP complexes. Brod (1999) and Brod *et al.* (2000) proposed an ultrapotassic carbonated magma (phlogopite picrite) of kamafugitic affiliation as the parent for both the silicate rocks and carbonatites in the APIP plutonic complexes, thus establishing a kamafugite-carbonatite association in the province. Phoscoritic rocks have been increasingly described from the APIP plutonic

complexes (e.g. Brod *et al.*, 2004; Ribeiro *et al.*, 2005; Grasso *et al.*, 2006; Palmieri *et al.*, 2006; Fontana, 2006; Cordeiro *et al.*, in preparation), leading to the recognition of a kamafugite-carbonatite-phoscorite association.

The association between kamafugites and carbonatites was also described from Italy (e.g. Stoppa and Cundari, 1995) and, more recently, from the Lixian (West Qinling) volcanic rocks, in China (Yang and Woolley, 2006). Gaspar and Danni (1981) described some of the top lava flows in the Santo Antônio da Barra kamafugites (Goiás Alkaline Province, central Brazil) as carbonatitic, and Junqueira-Brod *et al.* (2005) pointed out that the carbonate globules occurring in some of those kamafugites could not be stable as vesicles and must, therefore, represent immiscible carbonatite magma. The association of carbonatites, phoscorites and ultrapotassic alkaline rocks in the APIP contrasts with other examples, such as the Kola Alkaline Province, in Russia, where both carbonatites and phoscorites are associated with alkaline silicate rocks of sodic affiliation.

2.3.1 THE SALITRE COMPLEX

The Salitre I, II, and III intrusions (Fig. 2.3) are located to the south of the Serra Negra Complex, in the Patrocínio region, Minas Gerais State. Salitre I has a distorted oval shape, with ca. 7km N-S and 5km E-W. Salitre II is a small (2.5km²) plug located between Salitre I and Serra Negra. Salitre III was recently discovered during exploration works by the Fosfertil S/A mining company. Salitre I and II have a much weaker topographic expression than the adjacent Serra Negra complex, whereas Salitre III has no topographic expression at all.

K/Ar dating in phlogopite from a Salitre bebedourite yielded a 86.3 ± 5.7 Ma age (Sonoki and Garda, 1988). Gomes *et al.* (1990) compiled K/Ar ages for the Salitre complex in the range 79-94.5 Ma. Morbidelli *et al.* (1997) point out that the preferred age for Salitre is 82 Ma. Comin-Chiaramonti *et al.* (2005) gave an average 84 Ma age for the complex.

The petrographic types described from the Salitre complex include silicate rocks, varying from ultramafic cumulates (dunite through clinopyroxenite to bebedourite) to feldspathic rocks (syenite, tinguaitite, trachyte, phonolite, and fenite), carbonatites and phoscorites (Morbidelli *et al.*, 1997; Haggerty and Mariano, 1983; Mariano and Marchetto, 1991). It is noteworthy that intermediate feldspar- or feldspathoid-bearing mafic rocks are missing at Salitre, similarly to what occurs in all other plutonic complexes of APIP (e.g. Brod *et al.*, 2004).

Haggerty and Mariano (1983) and Mariano and Marchetto (1991) suggest that a significant part of the feldspar-bearing rocks described as trachytes and phonolites in the southern portion of Salitre I are in fact aegirine-nepheline-sanidine reomorphic fenites. They distinguish the *bona fide* magmatic syenites from the reomorphic fenites through the absence of magnetite and presence of sodic plagioclase, dalyite ($K_2ZrSi_6O_{15}$), and Sr-loparite in the latter.

Morbidelli *et al.* (1997) studied the few pyroxenite and syenite outcrops available, located in the southwest section of Salitre I, and abundant fresh drill-core material from a phosphate-titanium exploration campaign carried out in the 1980's by the Rio Doce Geologia e Mineração S/A company. The exploration works targeted the Salitre II body and areas in the southwest and northeast portions of Salitre I (see figure 2.3 for locations). They concluded that Salitre I is dominated by clinopyroxenites, with subordinate dunites, bebedourites, glimmerites, perovskites, and syenites, whereas Salitre II is dominated by a lower section of perovskite-dunites, with a subordinate upper section of pyroxenites, although the other rock-types also occur in small proportions. Morbidelli *et al.* (1997) report carbonatites from both intrusions, but only abundant in the northeast exploration target of Salitre I (Fig. 2.3), and point out that both carbonatites and silicate cumulates may grade to phoscoritic rock.

Available data on Salitre III are still scarce, but preliminary information suggests that this body is essentially composed of bebedourites, locally associated with phoscorite-series rocks.

Renewed interest in the phosphate deposits of Salitre I over the last few years motivated additional drilling campaigns by Fosfertil S/A, mostly covering areas outside the two exploration targets available to Morbidelli *et al.* (1997). In this context, we were able to access and/or sample drill-cores from 145 new drillings, to extend both geographically and petrographically the range of bebedourites in the complex. Of these, 62 were sampled for geochemical and mineralogic studies. Drilling locations are shown in Figure 2.3.

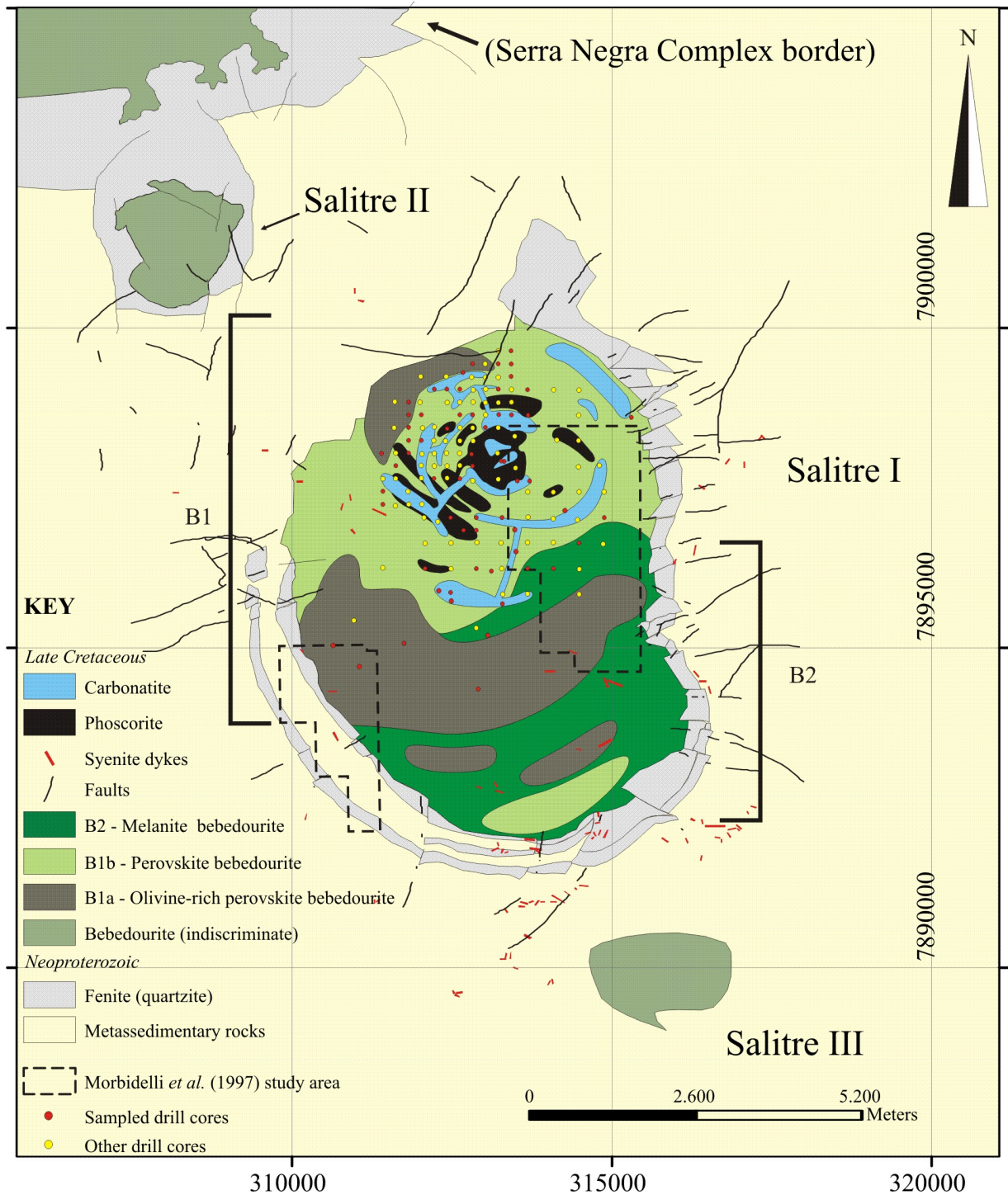


Figure 2.3 – Interpretative geologic sketch of the Salitre complex showing the areas studied by Morbidelli *et al.* (1997) and the drill cores examined and sampled during this work. Other B2-type bebedourites (B2a and B2b) are dykes cut-crossing B1 intrusion, and not representable in this scale. See text for further explanation.

In figure 2.3 we attempt an interpretive geological sketch of Salitre I, based on our own observations of drill cores and petrographic results, combined with the data from the literature (Morbidelli *et al.*, 1997; Brod *et al.*, 2004), and interpretation of geochemical exploration data and detailed geophysical images (C. C. Ribeiro, Pers. Comm.). According to this, the Salitre I complex is composed of at least three major intrusive systems:

1) The northern part of the complex is occupied by perovskite (\pm titanite)-bearing bebedourites (B1). In figure 2.3 these are subdivided in olivine-bearing (B1a, corresponding to the perovskite-rich dunites and pyroxenites of Morbidelli *et al.*, 1997), and olivine-free bebedourites (B1b). Similarly to other APIP complexes, important modal variations occur in the B1 ultramafic rocks, including facies rich in olivine, phlogopite, perovskite, and apatite, in addition to typical bebedourite but, apart from the olivine-rich rocks, these are not individualized in Fig. 2.3. It should be noted, however, that the crescent shape of the areas occupied by olivine-bearing rocks, and their occurrence as a segmented ring around the olivine-free bebedourites, suggests that these two rock types are part of a cumulate pile.

2) The southern part of the complex is occupied by apparently more homogeneous, olivine-free bebedourites, characterized by melanite as the predominant Ca-Ti phase present (B2). This unit were further subdivided, according to the dominant Ca-Ti phase present, into B2 (melanite-only), B2a (perovskite + titanite + melanite) and B2b (titanite only and/or titanite + melanite), but we could not establish the geometric relationships between these three types at the current drill core level of information. These rocks are also common as dykes within B1 rocks, and thus interpreted as intrusive in that unit. Remnant areas of B1 in the southern part of the complex probably represent portions of the cupola that were preserved during the intrusion of B2.

3) A system of ring + radial dykes of phoscorite and carbonatite, intruding the central part of the B1 unit. Carbonatite-series rocks comprise a) calcite carbonatite with variable amounts of olivine, apatite and opaque minerals, and accessory dolomite and phlogopite; b) dolomite carbonatite with irregularly-shaped apatite pockets (Barbosa *et al.*, 2004). Morbidelli *et al.* (1995b) report accessory zircon in calcite carbonatite. Phoscorite-series rocks include phoscorite and, more rarely, apatite, nelsonite and magnetite, characterized by modal variations in the amounts of olivine, apatite, and magnetite. Accessories comprise carbonate, ilmenite, and sulphide minerals (pyrite and pyrrhotite). Note that the presence of multiple intrusions is consistent with the kidney-shaped outline of Salitre I (Fig. 2.3).

Syenites occur mostly as dykes, but Morbidelli *et al.* (1997) reported that they may also be present at the top of the cumulate sequence, suggesting that these rocks are the evolved end-member of the bebedourite series. This is in good agreement with the presence, albeit rare, of K-feldspar in some evolved bebedourites from the Tapira complex, in the APIP (Brod *et al.* 2005).

When intruded by carbonatite dykes and veins, bebedourites are often converted to metasomatic phlogopitite, with implications for both the mineralogical and geochemical characteristics of these rocks. In some cases this process is accompanied of the transformation of perovskite into anatase.

2.4 PETROGRAPHY OF SALITRE BEBEDOURITES

We studied a total of 62 bebedourite samples from the Salitre complex. They vary from fine- to coarse-grained, more rarely pegmatoidal, and may occur both as cumulates and as dykes intruding other alkaline rocks. Fig. 2.4 shows a selection of macroscopic textural and structural features from these rocks.

The B1 intrusion, in the central-north portion of the complex (Fig. 2.3), comprises olivine-bearing and olivine-lacking rocks. Bebedourites in this intrusion are typically medium- to coarse-grained, green, with brown or black patches formed respectively by phlogopite or magnetite+perovskite concentrations. Although the drill-core scale is not ideal, it is possible to observe some evidence of magmatic layering in these rocks (e.g. the contact between a clinopyroxene-rich and a perovskite-rich portion in Fig. 2.4c).

In the olivine-bearing (B1a) bebedourites, olivine and perovskite occur as subhedral to anhedral cumulus grains, with variable amounts of intercumulus diopside, magnetite, phlogopite and rare apatite. Perovskite is perfectly preserved and often optically zoned. Orange-red phlogopite locally occurs as rims on magnetite. These rocks are typically composed of 43-52 % olivine, 7-33 % perovskite, 10-17 % phlogopite, 0-10 % diopside, and 10-14 % magnetite. Apatite concentrations are usually below 1 %.

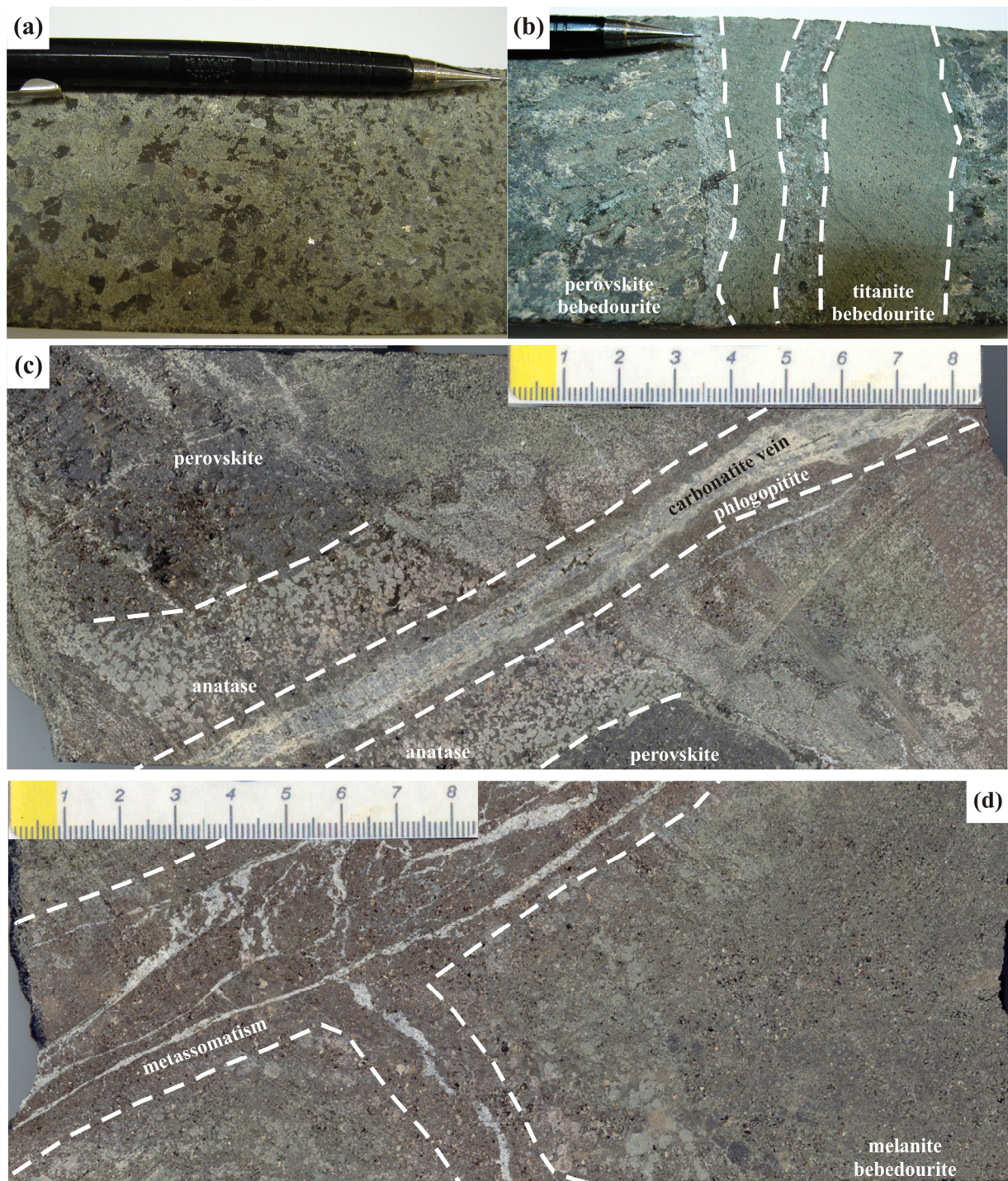


Figure 2.4 – Textural and structural aspects of Salitre bebedourites. (a) common aspect of medium-grained perovskite bebedourite. (b) coarse-grained bebedourite with oriented crystals, cut by fine-grained dykes of titanite-bebedourite. (c) contact between clinopyroxene-rich and perovskite-rich layers, both cut by a carbonatite vein; note that an anatase rim develops near the contact of the vein with the perovskite-rich rock, but is absent in the other portion. (d) melanite bebedourite cut by

carbonatite veins; metasomatic alteration converts the green bebedourite in a reddish-brown phlogopitite.

Olivine-lacking bebedourites form the central part of the B1 intrusion, where perovskite is the only Ca-Ti phase (B1b). Diopside and subordinate perovskite are the dominant cumulus constituents, but the latter may also occur as small crystals in the intercumulus material. Cumulus perovskite varies in size and may be optically zoned (Fig. 2.5a) or not. Phlogopite occurs as subhedral, often slightly deformed lamellae whose borders appear to be locally recrystallized. Another phlogopite variety forms rims on magnetite crystals. Magnetite is intercumulus, anhedral and may contain ilmenite exsolution lamellae. Apatite is anhedral and interstitial. Anhedral titanite grains are very rare in perovskite bebedourites (less than 1%). Modal ranges are 31-67% diopside, 2-25% perovskite, 3-42% phlogopite, 0-24% apatite, and 0-20% magnetite.

The presence of perovskite and the lack of Ca-Ti silicates in this unit indicate a strong degree of silica undersaturation in the magmas from which they crystallized.

The B2 intrusion occupies the southern part of Salitre I, and was petrographically subdivided in three groups on the basis of the dominant Ca-Ti mineral. These rocks may also occur as dykes within B1. The bebedourites in this group are characterized by the dominance of melanite as the Ca-Ti phase. They are medium- to coarse-grained, varying in color from green when diopside-rich to brown when melanite-rich. Among the Salitre bebedourites, this is the only type that contains significant carbonate (0-9 %). Other modal ranges are 2-35 % diopside, 15-68 % phlogopite, 7-60 % melanite, 2-28 % apatite, and 0.1-5 % magnetite. Melanite (Fig. 2.5b) is a relatively late-stage phase, occurring as large, interstitial anhedral grains, often poikilitic, with irregular shapes and borders. Titanite may be present in subordinate amounts, always coated in melanite, indicating a preference in the crystallization of the garnet due to higher silica activity. Carbonate occurs as small interstitial grains.

The B2a group comprises rocks contain perovskite + titanite + melanite as Ca-Ti phases. These are relatively rare, medium-grained rocks, generally brown in color, with green patches of diopside. Modal composition ranges are 21-62 % diopside, 21-50 % phlogopite, 0.3-6.3 % perovskite, 6-11 % titanite, 0-10 % melanite, 5-7.5 % apatite, and 1-5 % magnetite. Two distinct generations of pyroxene and phlogopite are present: one consists of larger, subhedral phenocrysts, and the other comprises small, anhedral groundmass crystals. Perovskite is an anhedral xenocrystal, not optically zoned, often surrounded by a titanite rim, which may in turn be coated in melanite

garnet (Fig. 2.5c). This textural feature strongly indicates destabilization of the initially formed Ca-Ti phases, progressively replaced by more silica-rich equivalents. Rare well-preserved perovskite crystals are found only as shielded inclusions in pyroxene phenocrysts (Fig. 2.5d), whereas perovskite included in phlogopite phenocrysts shows titanite coatings (Fig. 2.5e). Similarly, titanite inclusions in phlogopite phenocrysts are not coated in melanite, but individual titanite crystals from the groundmass are. These features suggest that the transformation of perovskite in, or overgrowth of perovskite by Ca-Ti silicates is a product of middle- to late-stage increase in silica activity, and that the crystallization order of the relevant phases is perovskite – diopside – titanite – phlogopite – melanite. Besides coating perovskite, the most common occurrence of titanite is as subhedral to anhedral individual crystals. Most melanite crystals form coatings on titanite, although the garnet may rarely occur as isolated grains in the groundmass.

The B2b group corresponds to the most evolved members of the bebedourite series in Salitre. These rocks are perovskite-free, and contain either titanite or titanite+melanite as Ca-Ti phases.

Bebedourites containing titanite only (B2b, Fig. 2.5f) may be very rich in phlogopite (23-76 %), and contain variable amounts of diopside (8-45 %), titanite (2-12 %), apatite (5-15 %), and subordinate magnetite (1-12 %). They are relatively rare in the complex, occurring mainly as thin, fine-grained dykes with a dark green to black color. Flow texture is locally well marked by the orientation of subhedral phlogopite and diopside. Subhedral titanite, and anhedral apatite and magnetite are also oriented by flow.

B2b bebedourites containing both titanite and melanite are fine- to medium-grained, greenish brown in color. They contain 42-74 % phlogopite, 18-35 % diopside, 4-12 % apatite, 2-12 % melanite, 1-9 % titanite, and 1-6 % magnetite. Titanite is subhedral or anhedral, the latter usually surrounded by a rim of anhedral melanite (Fig. 2.5g). Melanite is often interstitial and poikilitic, resembling an atoll texture (Fig. 2.5h). Some individual melanite crystals may occur isolated, but it is not clear whether they crystallized directly or are the result of a complete replacement of previous titanite. Very rarely, a texture similar to that observed in B2a occurs, where small perovskite relicts are surrounded by titanite and this, in turn is coated in melanite.

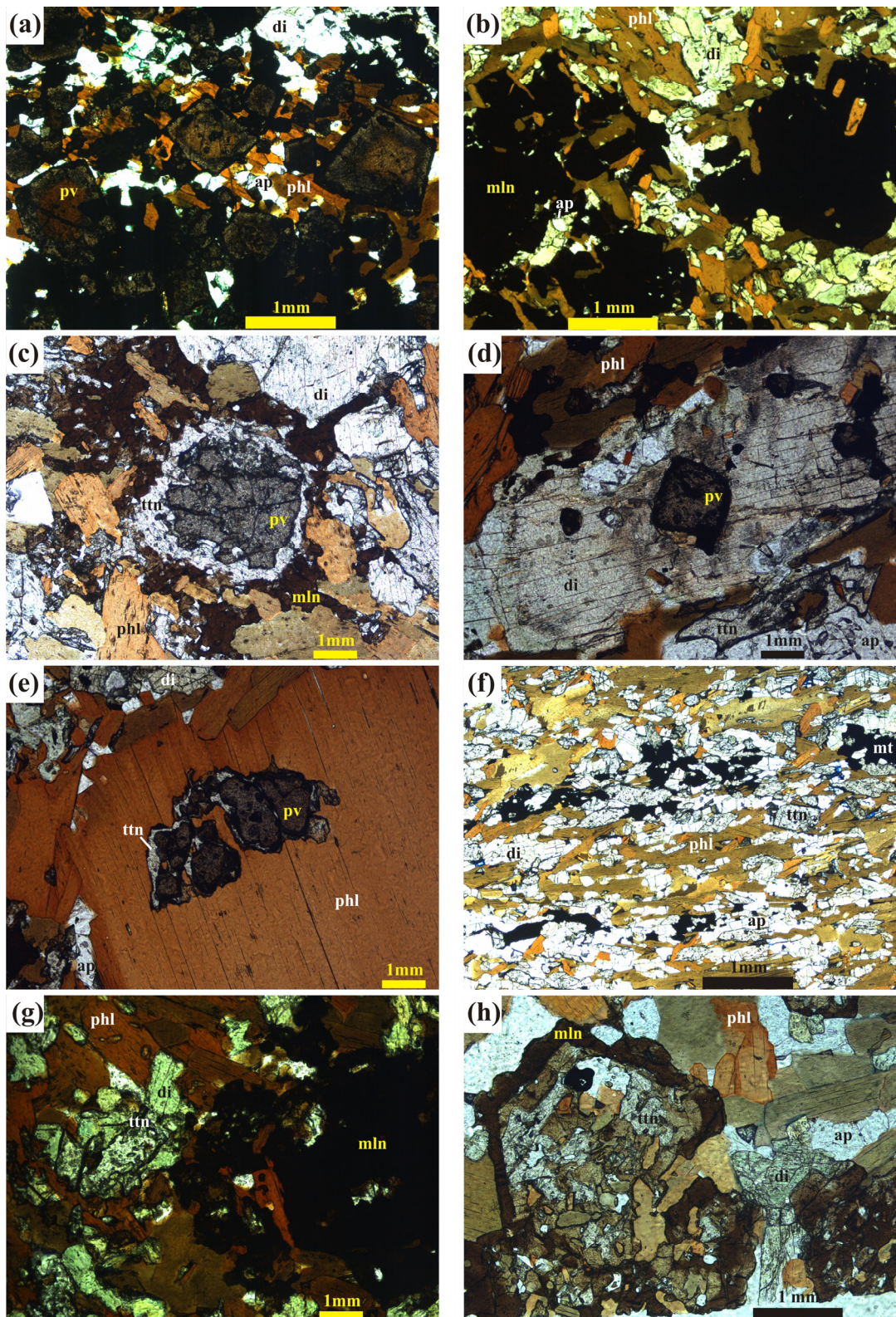


Figure 2.5 - Petrographic features of Salitre bebedourites. (a) optically zoned euhedral perovskite crystals in a particularly perovskite-rich bebedourite (B1b unit). (b) poikilitic melanite crystals in

melanite bebedourite (B2 unit). (c) perovskite surrounded by a titanite rim, which is in turn enclosed in anhedral interstitial melanite, suggesting a change of the Ca-Ti phase as silica activity increases (perovskite-titanite-melanite bebedourite, B2a unit). (d) perovskite from a perovskite-titanite-melanite bebedourite, shielded in a diopside grain (B2a unit). (e) perovskite inclusion in phlogopite; note that the perovskite is coated in titanite but not in melanite (B2a unit). (f) titanite bebedourite showing flow-oriented texture (B2b unit). (g) titanite-melanite bebedourite showing small titanite relics within large melanite crystals (B2b unit). (h) interstitial (atoll-like) melanite.ap=apatite; di=diopside; phl= phlogopite; pv= perovskite; mln= melanite; ttn= titanite.

2.5 MINERAL CHEMISTRY

13 of the studied samples were selected for mineral chemistry analyses. The main mineral phases present in the Salitre bebedourites were analyzed by WDS using a CAMECA SX 50 electron microprobe at the University of Brasília and a JEOL JXA 8600 electron microprobe at the University of São Paulo (olivine, clinopyroxene, phlogopite and magnetite). All analyses were carried out at 15kV and 20nA. Standards for calibration were combinations of natural and synthetic minerals. In this work we obtained 40 analyses of olivine, 207 analyses of clinopyroxene, 227 analyses of phlogopite, 51 analyses of perovskite, 77 analyses of melanite, 32 analyses of titanite, 54 analyses of magnetite, and 66 analyses of apatite.

2.5.1 OLIVINE

Olivine is a relatively rare constituent in the area of Salitre I studied here (Fig. 2.3), although it is abundant in the external sections of the B1 intrusion and in the Salitre II body (e.g. Morbidelli *et al.*, 1997), as well as in other Salitre rock types, such as phoscorites and carbonatites (Barbosa *et al.*, 2009b – capítulo 3, Barbosa *et al.*, 2009c – capítulo 4). Nevertheless, in our studied samples it may exceptionally reach ca. 50 vol. %. Table 2.1 shows representative analyses.

Table 2.1 – Representative olivine compositions from Salitre B1a bebedourites.

| <i>Analysis</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | USP | USP | USP | USP | USP |
| SiO₂ | 40.00 | 40.15 | 39.88 | 40.19 | 40.14 | 39.65 | 39.09 | 39.30 | 38.93 | 39.28 |
| TiO₂ | n.d. | 0.07 | 0.07 | 0.03 | 0.05 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.07 | n.d. |
| Al₂O₃ | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | n.d. | 0.02 | n.d. | 0.01 | n.d. | n.d. |
| FeO | 12.29 | 13.22 | 13.50 | 13.91 | 14.52 | 12.86 | 13.50 | 13.75 | 13.96 | 14.25 |
| MnO | 0.37 | 0.47 | 0.51 | 0.43 | 0.55 | 0.36 | 0.39 | 0.39 | 0.35 | 0.35 |
| MgO | 46.62 | 46.19 | 45.00 | 44.61 | 44.42 | 46.76 | 46.20 | 46.23 | 46.62 | 45.93 |
| CaO | 0.20 | 0.14 | 0.24 | 0.04 | 0.16 | 0.33 | 0.17 | 0.22 | 0.17 | 0.25 |
| K₂O | n.d. | n.d. | 0.02 | n.d. | n.d. | 0.01 | n.d. | 0.01 | 0.01 | 0.03 |
| NiO | 0.07 | 0.03 | 0.17 | 0.26 | 0.11 | 0.20 | 0.21 | 0.17 | 0.21 | 0.24 |

Table 2.1 (continued).

| Total | 99.61 | 100.28 | 99.44 | 99.53 | 99.95 | 100.23 | 99.56 | 100.08 | 100.32 | 100.34 |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Analysis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Si | 0.997 | 0.998 | 1.002 | 1.009 | 1.007 | 0.987 | 0.983 | 0.984 | 0.974 | 0.984 |
| Ti | - | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | - | - | - | 0.001 | - |
| Al | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | - | 0.001 | - | 0.000 | - | - |
| Fe²⁺ | 0.256 | 0.275 | 0.284 | 0.292 | 0.305 | 0.268 | 0.284 | 0.288 | 0.292 | 0.298 |
| Mn | 0.008 | 0.010 | 0.011 | 0.009 | 0.012 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.007 |
| Mg | 1.733 | 1.712 | 1.686 | 1.670 | 1.661 | 1.735 | 1.732 | 1.726 | 1.740 | 1.715 |
| Ca | 0.005 | 0.004 | 0.007 | 0.001 | 0.004 | 0.009 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.007 |
| K | - | - | 0.001 | - | - | 0.000 | - | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Ni | 0.001 | 0.001 | 0.004 | 0.005 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.005 |
| Cations | 3.002 | 3.000 | 2.996 | 2.989 | 2.992 | 3.013 | 3.017 | 3.016 | 3.024 | 3.017 |
| Fo | 0.871 | 0.862 | 0.856 | 0.851 | 0.845 | 0.866 | 0.859 | 0.857 | 0.856 | 0.852 |
| Fa | 0.129 | 0.138 | 0.144 | 0.149 | 0.155 | 0.134 | 0.141 | 0.143 | 0.144 | 0.148 |

Analyses 1 to 5 are from olivine-rich bebedourites, analyses 6 to 10 are from olivine- and pyroxene-rich (wehrlitic) bebedourites. Cations per formula unit calculated on the basis of 4 oxygen. n.d. = not detected. UnB = analyses at the University of Brasília, USP = analyses at the University of São Paulo.

Figure 2.6 illustrates the ranges and averages of forsterite (Fo) content in olivine from various cumulates and fine-grained dykes in the APIP complexes. The olivines from Salitre I B1a bebedourites have a chrysolite composition, with Fo content ranging from 83 to 87 mol. %, This is consistent with the range reported in Morbidelli *et al.* (1997) for olivine in perovskite-rich dunites and pyroxenites from Salitre II (82 -87 mol. % Fo), and also comparable with olivine in similar rocks from the Tapira Complex in the APIP, but slightly lower than olivine in primitive phlogopite-picrites from that locality (mostly 84 – 90 mol. %, Brod, 1999) and from the Catalão II Complex in the APIP (83.5 - 89.5 mol. %, Melo, 1999). This suggests that the magma from which the Salitre and Tapira bebedourites accumulated is little more evolved than the typical phlogopite picrite, and still ultramafic in composition. Thus, it is possible that this magma represents the evolution of a phlogopite picrite liquid, after some degree of fractionation of dunitic cumulates (e.g. Catalão I dunites, see Fig. 2.6). On the other hand, the Fo content of bebedouritic olivine is lower than that of olivines from Salitre carbonatites and phoscorites (87-99 mol. % - our unpublished data; 95 – 98 mol. % - Salitre carbonatites, Morbidelli *et al.* 1997).

Small amounts of MnO (0.27-0.55 wt. %), CaO (up to 0.36 wt. %), and NiO (up to 0.26 wt. %) may be present, but they do not correlate with any other analysed element nor with Fo content

and the controls for their distribution in Salitre olivines are unclear. Cr_2O_3 and Na_2O are below detection limits. Zoning is common, with Fo content usually decreasing towards the rims, although some grains show a slightly oscillatory zoning. Brod (1999) and Morbidelli *et al.* (1997) report slightly higher CaO values (up to 1.0 wt. %) from Tapira olivine-rich bebedourites and Salitre II dunites, respectively, whereas their NiO ranges are similar to those observed here. MnO ranges of Salitre II olivine are similar to Salitre I, but Tapira olivines appear to have slightly higher MnO contents (0.53 – 1.02 wt. % MnO, Brod, 1999).

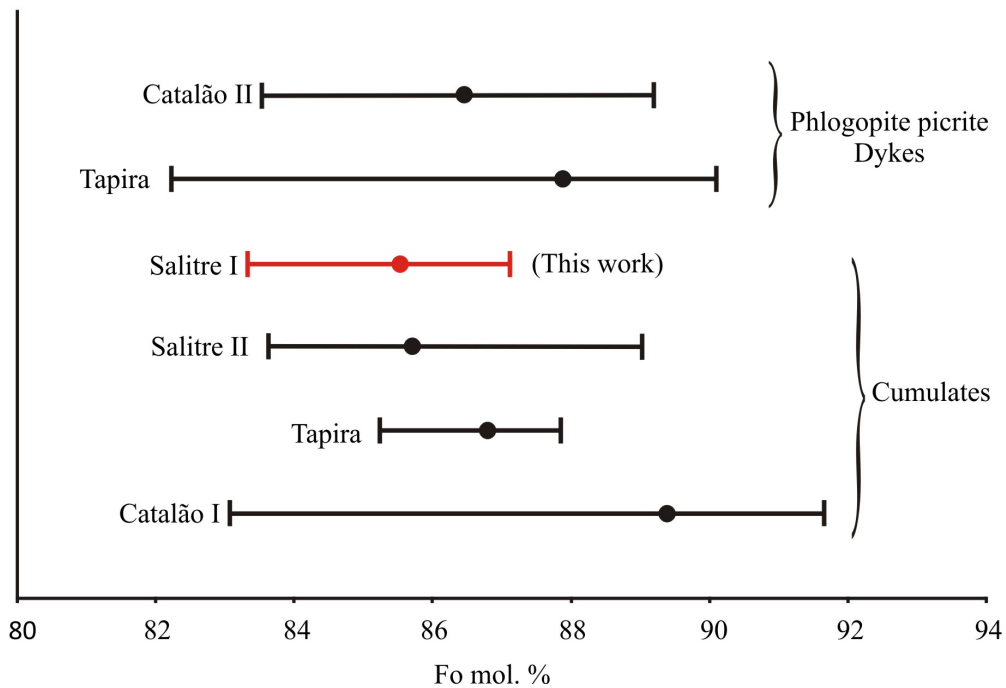


Figure 2.6 - Ranges and averages of olivines in cumulate rocks from Catalão I (Araújo, 1996), Salitre II (Morbidelli *et al.*, 1997), Tapira (Brod, 1999), and Salitre I (this work). Note that the averages for Salitre and Tapira cumulates are lower than Catalão I, which means that the latter magmas are possibly more primitive. Composition of olivine phenocrysts in phlogopite-picrite fine-grained dykes from Tapira (Brod, 1999) and Catalão II (Melo, 1999) are also plotted for comparison.

2.5.2 PYROXENE

With the exception of one olivine- and perovskite-rich sample, pyroxene is present in all studied bebedourites. For this reason, the chemical variations of the pyroxene, together with those of phlogopite, are of paramount importance to gauge magma evolution within the bebedourite series.

Representative analyses of pyroxene from Salitre bebedourites are given in Table 2.2. Structural formulae were calculated on the basis of 4 cations and 6 oxygen, and the Fe³⁺/Fe²⁺ ratio was estimated by charge balance.

In the “Quad” and Ca-Na pyroxene classification diagrams (Fig. 2.7) of Morimoto *et al.* (1988), the analyzed pyroxene belongs to the calcic pyroxene group, represented by the diopside-hedenbergite series, except for four analyses from titanite melanite (B2b) bebedourites, which plot in the field of Ca-Na pyroxenes. Apart from the olivine-rich (B1a) rocks, pyroxenes from all analyzed rock-types span relatively wide compositional ranges, resulting in some degree of overlapping in the diagrams. Pyroxene composition previously reported for bebedourites and pyroxenites from the Salitre I and II complexes (Morbidelli *et al.*, 1997) are similar to our B1a results. Figure 2.7 also shows the compositions of clinopyroxene from Salitre I syenites (Morbidelli *et al.*, 1997), which plot entirely in the field of Ca-Na pyroxenes, toward more sodic compositions.

Regardless of compositional overlap, it is clear from Fig. 2.7 that pyroxenes with the highest contents of the diopside molecule (Di₈₈₋₉₂, MgO= 16.1 – 16.9 wt. %) are from the olivine-rich rocks (B1a). The next evolution stage is marked by pyroxenes from B1b (Di₇₇₋₉₀, MgO= 13.4 – 16.3 wt. %). B2 melanite-rich bebedourites were expected to be the most evolved terms in the bebedourite range, on the basis of a general and compositional (higher SiO₂) progression of the Ca-Ti phases in the direction perovskite-titanite-melanite. Surprisingly, the pyroxene analyses from B2 have a composition that overlaps the range of pyroxenes from B1a to B1b (Di₆₉₋₉₀, MgO= 11.8 – 16.7 wt. %). These are followed by those from B2a (Di₆₉₋₈₈, MgO= 11.5 – 16.2 wt. %), and B2b (Di₆₀₋₈₄, MgO= 9.7 – 15.13 wt. %); Taken together, pyroxenes from B2a to B2b bridge the compositional gap between pyroxenes from the least evolved B1a rocks to the syenites, suggesting a continuous evolution path linking these rocks.

Table 2.2 – Representative analyses of pyroxene from the Salitre bebedourites.

| Analysis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| core/rim | core | rim | core | rim | core | rim | core | rim | core | rim | | | | | core | rim | | |
| | USP | USP | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | USP | USP | UnB | UnB | UnB | UnB | USP | USP | UnB | UnB |
| SiO ₂ | 53.35 | 52.67 | 52.67 | 52.76 | 52.06 | 52.14 | 54.03 | 53.01 | 51.32 | 51.19 | 52.90 | 52.03 | 51.64 | 53.20 | 53.63 | 52.99 | 53.59 | 53.87 |
| TiO ₂ | 0.64 | 1.00 | 0.90 | 0.85 | 1.30 | 1.30 | 0.37 | 0.28 | 0.26 | 0.08 | 0.23 | 0.27 | 0.15 | 0.25 | 0.18 | 0.11 | 0.17 | 0.18 |
| Al ₂ O ₃ | 0.50 | 0.76 | 0.62 | 0.61 | 0.98 | 0.74 | 0.02 | 0.24 | 0.36 | 0.16 | 0.28 | 0.31 | 0.23 | 0.37 | 0.21 | 0.24 | 0.40 | 0.42 |
| FeO | 0.23 | 0.33 | 1.23 | 3.35 | 0.72 | 0.26 | 1.03 | 5.59 | 5.48 | 5.94 | 8.75 | 6.12 | 5.37 | 10.44 | 0.52 | 1.23 | 6.79 | 7.93 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.99 | 3.19 | 3.61 | 1.41 | 3.51 | 3.91 | 2.70 | 2.31 | 4.29 | 6.84 | 2.49 | 5.94 | 9.44 | 1.07 | 2.73 | 3.47 | 3.20 | 0.91 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | n.d. | n.d. | 0.04 | n.d. | 0.02 | n.d. | 0.03 | 0.01 | 0.04 | n.d. | 0.01 | 0.02 | 0.03 |
| MnO | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.11 | 0.08 | 0.07 | 0.14 | 0.23 | 0.30 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 0.32 | 0.41 | 0.18 | 0.18 | 0.30 | 0.30 |

Table 2.2 (continued).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MgO | 16.76 | 16.32 | 15.42 | 14.77 | 15.98 | 15.81 | 16.29 | 13.40 | 12.07 | 10.30 | 11.24 | 10.74 | 9.63 | 10.81 | 16.78 | 15.87 | 11.96 | 12.85 |
| CaO | 25.85 | 25.91 | 24.86 | 24.75 | 25.52 | 25.21 | 25.49 | 24.09 | 22.49 | 20.62 | 22.54 | 22.36 | 19.64 | 21.51 | 25.76 | 25.53 | 22.02 | 22.79 |
| Na₂O | 0.23 | 0.24 | 0.68 | 0.50 | 0.30 | 0.58 | 0.44 | 0.64 | 1.18 | 2.22 | 1.20 | 1.78 | 2.98 | 1.29 | 0.14 | 0.23 | 1.63 | 0.92 |
| K₂O | n.d. | 0.02 | n.d. | n.d. | 0.02 | 0.01 | n.d. | 0.03 | 0.01 | n.d. | n.d. | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | n.d. | 0.01 | n.d. |

| <i>Analysis</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| Total | 100.63 | 100.56 | 100.05 | 99.15 | 100.48 | 100.03 | 100.51 | 99.86 | 97.76 | 97.62 | 99.88 | 99.84 | 99.42 | 99.44 | 100.14 | 99.86 | 100.09 | 100.20 |
| Si+Al^{IV} | 1.939 | 1.921 | 1.936 | 1.961 | 1.905 | 1.915 | 1.968 | 1.978 | 1.966 | 1.978 | 1.996 | 1.966 | 1.966 | 2.018 | 1.958 | 1.952 | 2.001 | 2.005 |
| Ti | 0.017 | 0.027 | 0.025 | 0.024 | 0.036 | 0.036 | 0.010 | 0.008 | 0.007 | 0.002 | 0.007 | 0.008 | 0.004 | 0.007 | 0.005 | 0.003 | 0.005 | 0.005 |
| Al^{VI} | 0.021 | 0.033 | 0.027 | 0.027 | 0.042 | 0.032 | 0.001 | 0.011 | 0.016 | 0.007 | 0.012 | 0.014 | 0.010 | 0.017 | 0.009 | 0.010 | 0.018 | 0.018 |
| Fe²⁺ | 0.008 | 0.010 | 0.038 | 0.104 | 0.022 | 0.008 | 0.031 | 0.174 | 0.175 | 0.192 | 0.276 | 0.193 | 0.171 | 0.332 | 0.016 | 0.037 | 0.213 | 0.246 |
| Fe³⁺ | 0.081 | 0.087 | 0.100 | 0.040 | 0.096 | 0.108 | 0.074 | 0.065 | 0.125 | 0.198 | 0.071 | 0.168 | 0.270 | 0.030 | 0.075 | 0.096 | 0.089 | 0.026 |
| Cr | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | - | - | 0.001 | - | 0.001 | - | 0.001 | 0.000 | 0.001 | - | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| Mn | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.007 | 0.010 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.010 | 0.013 | 0.006 | 0.006 | 0.009 | 0.009 |
| Mg | 0.908 | 0.887 | 0.845 | 0.818 | 0.872 | 0.865 | 0.885 | 0.745 | 0.689 | 0.593 | 0.632 | 0.605 | 0.546 | 0.611 | 0.913 | 0.871 | 0.666 | 0.713 |
| Ca | 1.007 | 1.012 | 0.979 | 0.986 | 1.001 | 0.992 | 0.995 | 0.963 | 0.923 | 0.854 | 0.911 | 0.905 | 0.801 | 0.874 | 1.008 | 1.007 | 0.881 | 0.909 |
| Na | 0.016 | 0.017 | 0.048 | 0.036 | 0.021 | 0.041 | 0.031 | 0.046 | 0.088 | 0.166 | 0.088 | 0.130 | 0.220 | 0.095 | 0.010 | 0.016 | 0.118 | 0.066 |
| K | - | 0.001 | - | - | 0.001 | 0.000 | - | 0.001 | 0.000 | - | - | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | - | 0.000 | - |
| Cations | 3.999 | 3.998 | 4.000 | 4.000 | 3.998 | 3.999 | 3.999 | 3.999 | 3.999 | 3.999 | 4.001 | 3.999 | 3.998 | 4.000 | 4.000 | 3.998 | 4.001 | 3.998 |

Rock types: 1-2 olivine-perovskite bebedourite, 3-4 perovskite-bebedourite, 5-8 perovskite-titanite-melanite bebedourite, 9-12 titanite bebedourite, 13-14 titanite-melanite bebedourite, 15-18 melanite bebedourite. Cations per formula unit on the basis of 6 oxygen. n.d. = not detected. UnB = analyses at the University of Brasília, USP = analyses at the University of São Paulo.

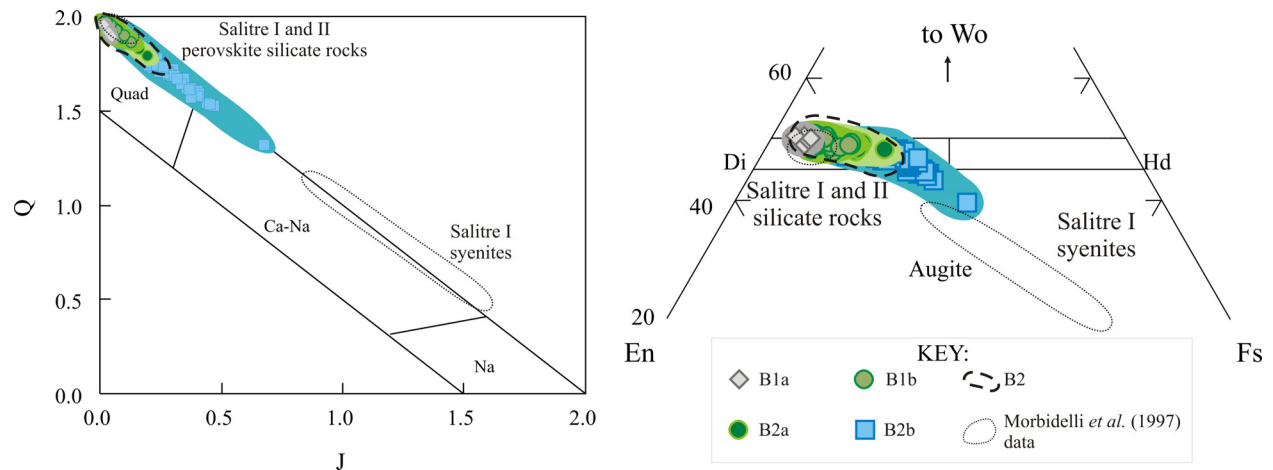
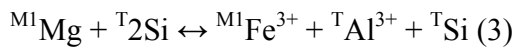
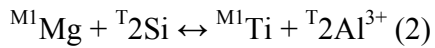
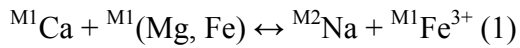


Figure 2.7 – *Q-J* and *Quad* classification diagrams of Morimoto et al. (1988) for the pyroxenes in Salitre bebedourites. Note the progressive increase in the hedenbergite molecule from B1a to B1b. Dashed line represents the field of the melanite bebedourites – B2, which have a less evolved composition, plotting near the early stages of B1 bebedourites, followed by pyroxenes from B2a and B2b types. Additional fields from Morbidelli et al. (1997) for pyroxene in perovskite- and olivine-rich rocks from Salitre I and II, and in Salitre I syenites (solid lines) are plotted for comparison.

Vuorinen *et al.* (2005) described three main cation substitutions occurring in pyroxenes from the Alnö Complex (Sweden):



In the Salitre pyroxenes all three substitutions are observed. Equation (1), the diopside-aegirine substitution is in place for pyroxenes of all the studied bebedourite types, which plot along a 1:1 substitution line in Fig. 2.8a. Within individual zoned grains, the rims are enriched in Na and Fe^{3+} relatively to the cores. On a wider scale, a general enrichment in the aegirine molecule is observed in pyroxenes from perovskite bebedourite to those of titanite bebedourites, with the melanite bebedourites again occupying an intermediate position in the trend. The coupled substitution of Mg and Si for Ti and Al given by equation (2) is found only in pyroxenes from B1a, B1b and in the cores (rarely in rims) of pyroxenes from B2a (Fig. 2.8b). Equation (3) describes the coupled substitution of Mg and Si by Fe^{3+} and Al, which may occur in pyroxenes from B2, B2b, and in the rims of some pyroxene grains from B2a (Fig. 2.8c). However, equations (2) and (3) are much less significant for the studied pyroxenes as a whole.

Figure 2.8d shows the compositional trends of Salitre pyroxenes in terms of Ti and Na. It is clear from the diagram that there are two distinct groups: one is Ti-rich and Na-poor, comprising pyroxenes from the olivine and perovskite-rich bebedourites (B1a, B1b) and most cores of pyroxene crystals in B2a; the other is Ti-poor and Na-rich, comprising pyroxenes from B2, B2b, and most rims of pyroxene crystals from B2a. Individual pyroxene grains in perovskite-bearing rocks have higher Ti and lower Na contents in the cores relatively to the rims. Small interstitial pyroxene grains have composition similar to the rims of the larger crystals.

Overall, pyroxene chemistry shows that the evolution of bebedourites starts with olivine- and perovskite-bearing rocks (B1a), followed by a second stage where olivine disappears (B1b). The melanite-rich (B2) bebedourites are interpreted as a separate batch of magma that intruded independently in the southern part of the Salitre I complex (see Fig. 2.3) and as dykes cutting B1, whereas B2a and B2b bebedourite types are consistent with local changes in the silica activity of the magma composition. In summary, clinopyroxene evolves within the bebedourite series along the diopside-hedenbergite series, shifting to more substantial contents of the aegirine molecule in

syenites. Similar evolution trends were observed in bebedourites from the Tapira Complex (Brod, 1999).

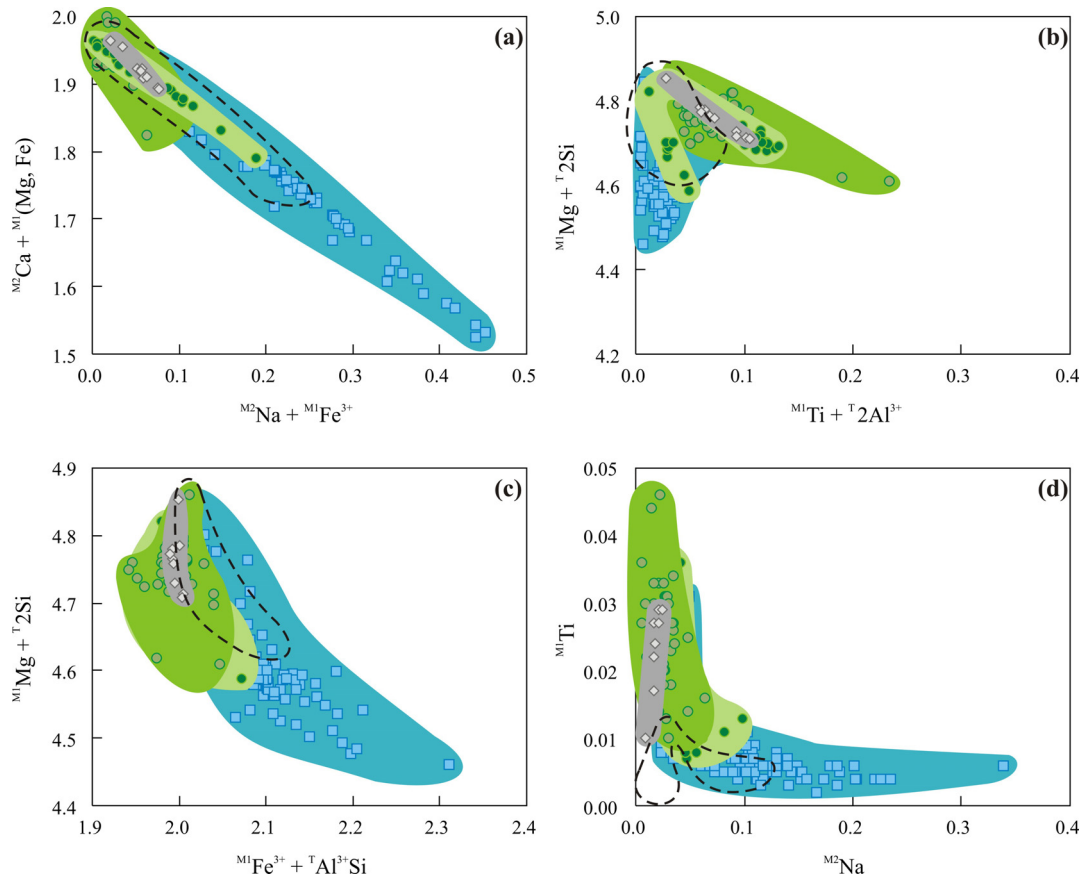


Figure 2.8 – Possible substitution schemes in pyroxenes from the Salitre bebedourites: (a) diopside-aegirine substitution, observed in all bebedourite types; (b) coupled Mg and Si for Ti and Al substitution, present only in B1a, B1b and cores of B2a bebedourites; (c) coupled substitution of Mg and Si for Fe^{3+} and Al, that occurs in B2, B2b, and in the rims of B2a pyroxene; (d) Ti and Na abundances in pyroxenes from the Salitre bebedourites – B1a, B1b, and the cores of B2a are Ti-rich and Na-poor, whereas B2, B2b, and the rims of B2a pyroxene are Na-rich and Ti-poor. Symbols as in Fig. 2.7.

2.5.3 PHLOGOPITE

Together with clinopyroxene, phlogopite covers the most extensive range of petrographic compositions in the Salitre bebedourites. Furthermore, phlogopite is also a common mineral in Salitre phoscorites and carbonatites in the complex. Representative analyses of phlogopite from bebedourites are given in Table 2.3. Structural formulae were calculated according to the method described in Brod *et al.* (2001), on the basis of 22 oxygen. Fe was recast into Fe^{2+} and Fe^{3+} , and after

that, the analyses were recalculated on the basis of 24 oxygen, with H₂O calculated by stoichiometry.

The analysed mica belongs to the phlogopite-annite series, with a small Fe³⁺ enrichment. The diagram of figure 2.9a shows that phlogopite from each rock-type plots in a relatively restricted compositional range, although some overlap is observed. The compositional range is comparable to that of phlogopites in bebedourites from the Tapira Complex (Brod *et al.*, 2001), but extends to lower magnesium contents.

Table 2.3 – Representative phlogopite analyses from Salitre bebedourites.

| <i>Analysis</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <i>core/rim</i> | core | rim | core | rim | Core | rim | core | rim | | core | rim | | | | | core | rim | |
| | USP | USP | UnB | UnB | UnB | UnB | USP | USP | UnB | USP | USP | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB |
| SiO ₂ | 38.96 | 39.02 | 38.61 | 38.99 | 38.85 | 38.92 | 36.08 | 35.48 | 39.42 | 37.08 | 36.98 | 38.95 | 37.98 | 38.23 | 37.13 | 36.94 | 37.89 | 37.64 |
| TiO ₂ | 2.21 | 1.50 | 3.08 | 2.78 | 2.34 | 2.61 | 1.75 | 2.14 | 1.52 | 1.83 | 1.70 | 1.85 | 1.83 | 2.00 | 2.69 | 3.15 | 2.63 | 2.53 |
| Al ₂ O ₃ | 12.68 | 12.12 | 12.07 | 11.33 | 12.19 | 12.02 | 8.32 | 8.66 | 10.07 | 12.15 | 10.16 | 11.48 | 9.90 | 10.14 | 9.84 | 11.80 | 10.74 | 10.63 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.55 | 2.2 | 2.17 | 2.41 | 2.05 | 2.12 | 5.7 | 5.84 | 3.30 | 1.5 | 4.33 | 1.69 | 3.33 | 3.26 | 3.911 | 2.76 | 2.57 | 3.23 |
| FeO | 3.94 | 3.75 | 11.15 | 11.01 | 9.81 | 11.11 | 19.11 | 18.54 | 11.56 | 15.01 | 13.21 | 12.72 | 15.76 | 16.35 | 19.88 | 15.61 | 16.02 | 15.05 |
| MnO | 0.01 | 0.04 | 0.22 | 0.27 | 0.24 | 0.34 | 0.35 | 0.33 | 0.37 | 0.25 | 0.29 | 0.37 | 0.52 | 0.55 | 0.49 | 0.35 | 0.37 | 0.30 |
| MgO | 23.91 | 24.75 | 18.90 | 18.94 | 20.38 | 19.23 | 13.10 | 13.09 | 19.25 | 16.66 | 17.72 | 18.52 | 15.72 | 15.61 | 12.51 | 15.60 | 15.20 | 16.02 |
| Na ₂ O | 0.18 | 0.20 | n.d. | n.d. | 0.25 | 0.28 | 0.03 | 0.04 | 0.17 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | n.d. | n.d. | 0.09 | n.d. | n.d. | n.d. |
| K ₂ O | 10.40 | 10.08 | 10.20 | 10.08 | 10.11 | 9.99 | 9.65 | 9.80 | 10.05 | 9.90 | 10.00 | 9.80 | 10.13 | 9.99 | 9.91 | 10.00 | 9.99 | 10.14 |
| BaO | 0.71 | 0.67 | 0.07 | n.d. | 0.08 | 0.26 | 0.08 | 0.20 | 0.11 | 0.79 | 0.29 | 0.10 | 0.12 | n.d. | n.d. | 0.11 | 0.06 | 0.12 |
| CaO | 0.01 | n.d. | n.d. | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.07 | n.d. | 0.02 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0.01 | n.d. |
| H ₂ O | 3.94 | 3.91 | 4.06 | 4.03 | 4.08 | 4.08 | 3.64 | 3.61 | 4.00 | 3.83 | 3.88 | 4.01 | 3.87 | 3.91 | 3.83 | 3.94 | 3.91 | 3.91 |
| F | 0.38 | 0.43 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 0.22 | 0.27 | n.a. | 0.23 | 0.05 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | n.d. | n.d. | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | n.d. | n.d. |
| Total | 98.90 | 98.68 | 100.55 | 99.88 | 100.42 | 101.01 | 98.11 | 98.05 | 99.83 | 99.36 | 98.67 | 99.66 | 99.18 | 100.06 | 100.29 | 100.27 | 99.39 | 99.57 |
| O_F | 0.160 | 0.180 | - | - | - | - | 0.090 | 0.110 | - | 0.100 | 0.020 | - | - | - | - | - | - | - |
| O_Cl | 0.005 | 0.001 | 0.005 | 0.006 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | - | - | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | - | - |
| Si | 5.660 | 5.680 | 5.670 | 5.760 | 5.680 | 5.690 | 5.750 | 5.670 | 5.866 | 5.650 | 5.670 | 5.796 | 5.830 | 5.810 | 5.749 | 5.580 | 5.780 | 5.720 |
| Ti | 0.240 | 0.160 | 0.340 | 0.310 | 0.260 | 0.290 | 0.210 | 0.260 | 0.170 | 0.210 | 0.200 | 0.207 | 0.210 | 0.230 | 0.313 | 0.360 | 0.300 | 0.290 |
| Al | 2.170 | 2.080 | 2.090 | 1.970 | 2.100 | 2.070 | 1.560 | 1.630 | 1.765 | 2.180 | 1.830 | 2.014 | 1.790 | 1.820 | 1.795 | 2.100 | 1.930 | 1.910 |
| Fe ³⁺ | 0.170 | 0.240 | 0.240 | 0.270 | 0.220 | 0.230 | 0.680 | 0.700 | 0.369 | 0.170 | 0.500 | 0.189 | 0.380 | 0.370 | 0.456 | 0.310 | 0.290 | 0.370 |
| Fe ²⁺ | 0.480 | 0.460 | 1.370 | 1.360 | 1.200 | 1.360 | 2.550 | 2.480 | 1.438 | 1.910 | 1.690 | 1.583 | 2.020 | 2.080 | 2.575 | 1.970 | 2.040 | 1.910 |
| Mn | 0.000 | 0.000 | 0.030 | 0.030 | 0.030 | 0.040 | 0.050 | 0.040 | 0.046 | 0.030 | 0.040 | 0.047 | 0.070 | 0.070 | 0.064 | 0.040 | 0.050 | 0.040 |
| Mg | 5.180 | 5.370 | 4.140 | 4.170 | 4.440 | 4.190 | 3.110 | 3.120 | 4.271 | 3.780 | 4.050 | 4.110 | 3.590 | 3.540 | 2.888 | 3.520 | 3.450 | 3.630 |
| Na | 0.050 | 0.060 | - | - | 0.070 | 0.080 | 0.010 | 0.010 | 0.048 | 0.020 | 0.020 | 0.036 | - | - | 0.027 | - | - | - |
| K | 1.930 | 1.870 | 1.910 | 1.900 | 1.880 | 1.860 | 1.960 | 2.000 | 1.908 | 1.920 | 1.960 | 1.861 | 1.980 | 1.940 | 1.958 | 1.930 | 1.940 | 1.970 |
| Ba | 0.041 | 0.038 | 0.004 | - | 0.005 | 0.015 | 0.005 | 0.013 | 0.006 | 0.047 | 0.017 | 0.006 | 0.007 | - | - | 0.007 | 0.004 | 0.007 |
| Ca | 0.002 | - | - | 0.002 | 0.005 | 0.006 | 0.010 | 0.007 | 0.004 | 0.011 | - | 0.003 | - | - | - | - | 0.001 | - |
| Cations | 15.923 | 15.958 | 15.794 | 15.772 | 15.890 | 15.831 | 15.895 | 15.930 | 15.891 | 15.928 | 15.977 | 15.851 | 15.877 | 15.860 | 15.824 | 15.817 | 15.785 | 15.847 |
| OH | 3.820 | 3.800 | 3.970 | 3.970 | 3.980 | 3.980 | 3.870 | 3.850 | - | 3.890 | 3.970 | - | 3.960 | 3.960 | - | 3.970 | 3.980 | 3.970 |
| F | 0.170 | 0.200 | - | - | - | - | 0.110 | 0.140 | - | 0.110 | 0.020 | - | - | - | - | - | - | - |
| Cl | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | - | 0.000 | 0.000 | - | 0.000 | 0.000 | - | 0.000 | - | - |

Rock types: 1-2 olivine-rich bebedourite, 3-6 perovskite bebedourite, 7-8 titanite bebedourite, 9-12 melanite bebedourite, 13-15 titanite-melanite bebedourite, 16-18, perovskite-titanite-melanite bebedourite. Cations per formula

unit calculated on the basis of 24 O (OH,F,Cl).n.d.=not detected, n.a.=not analysed. UnB = analyses at the University of Brasília, USP = analyses at the University of São Paulo.

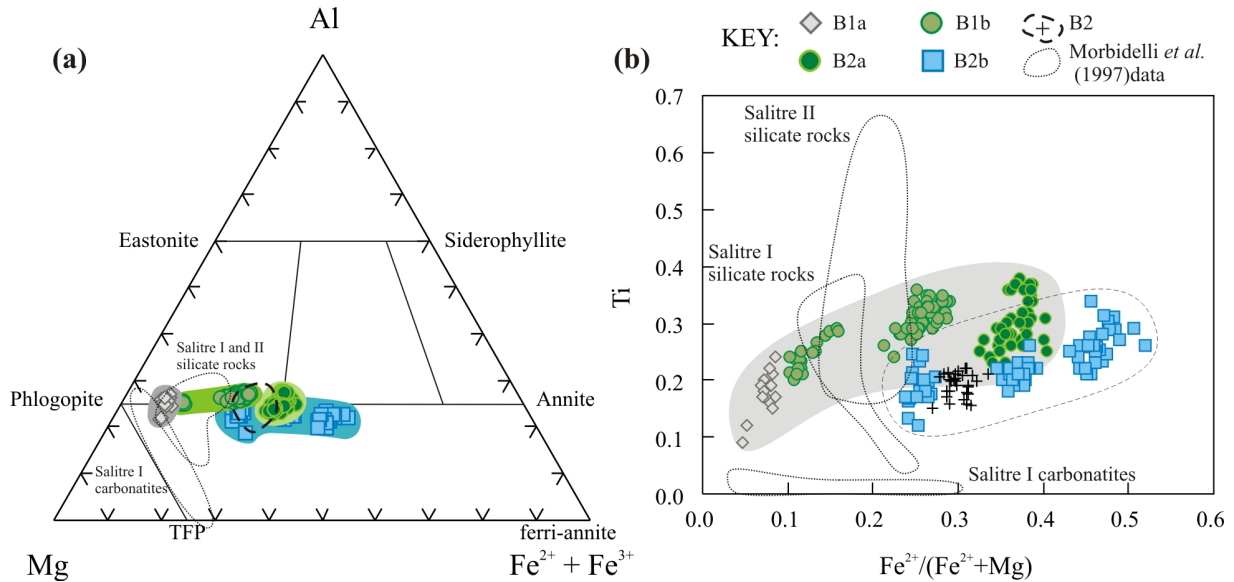


Figure 2.9 – Composition of phlogopites from the Salitre bebedourites. (a) Classification of the analysed phlogopites in the system Mg-Al-Fe. (b) Ti vs $Fe^{2+}/(Fe^{2+} + Mg)$, showing Ti enrichment in micas from perovskite-bearing rocks. Crosses = melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.7. Shaded and dashed fields in (b) encompass micas from the B1a+B1b+B2a and B2+B2b, respectively. Mica composition from Morbidelli *et al.* (1997) for cumulates from both Salitre I and II intrusions, as well as from Salitre I carbonatites are plotted for comparison (dotted outlines).

The increase in Fe^{2+} , with decreasing Mg in phlogopite is a good marker of the evolution of bebedourites. The most magnesian phlogopites (25.59-23.91 wt. % MgO) are from the olivine-rich bebedourites (B1a). Some phlogopites from olivine-free perovskite bebedourites (B1b) plot very close to this interval (MgO = 23.04–22.50 wt. %), although the majority of the analyses are concentrated in the 20.38-17.32 wt. % MgO range. As observed for the pyroxene, the next evolution stages are marked by phlogopites from B2 melanite bebedourites (MgO = 18.52-16.65 wt. %), followed by those from B2a (MgO = 16.56-14.04 wt. %) and B2b (MgO = 20.08-10.47 wt. %), which are the most enriched in the annite molecule.

Phlogopite compositions reported by Morbidelli *et al.* (1997) for Salitre I and II olivine-rich cumulates agree well with the observed trend, with some deviations towards Al depletion, whereas a more extensive phlogopite – tetra-ferriphlogopite solid solution was observed for the Salitre I carbonatites. Similar relationships were observed for the Catalão I and Tapira complexes (Brod *et al.*, 2001). The phlogopite-tetra-ferriphlogopite solid solution is a common primary (magmatic)

feature of carbonatites (e.g. Brod *et al.*, 2001) and of carbonatite-phoscorite associations (as elegantly demonstrated by Lee *et al.*, 2003 for the Sokli complex). Its occurrence in the accompanying silicate rocks, on the other hand, may be due to different reasons, such as carbonatitic metasomatism of olivine, clinopyroxene and primary Al-rich phlogopite, or reaction of early-formed aluminous phlogopites with a carbonated residual magma.

In our samples, the increase in $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg})$ in phlogopite is accompanied by increase in Ti and Mn, and the most evolved micas are slightly depleted in Al. Figure 2.9b shows that micas from perovskite-bearing rocks (B1a, B1b and B2a) are enriched in titanium relatively to micas from perovskite-free bebedourites (B2 and B2b), similarly to what was observed in phlogopites from the Tapira bebedourites (Brod *et al.*, 2001). A wider Ti variation was reported by Morbidelli *et al.* (1997), particularly in phlogopites from the Salitre II cumulates, which may reach up to 5.92 wt. % TiO_2 , but also in fenite micas.

BaO content may reach up to 0.79 wt. %. Barium shows an overall slight tendency to decrease with $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg})$, but there appears to be no correlation between these two variables within a particular rock-type (Fig. 2.10). Other bebedourites in the APIP have phlogopite with similar BaO ranges (0.12-0.77 wt. % in Tapira, Brod, 1999, up to 0.31 wt. % in Catalão I and II, Araujo, 1996).

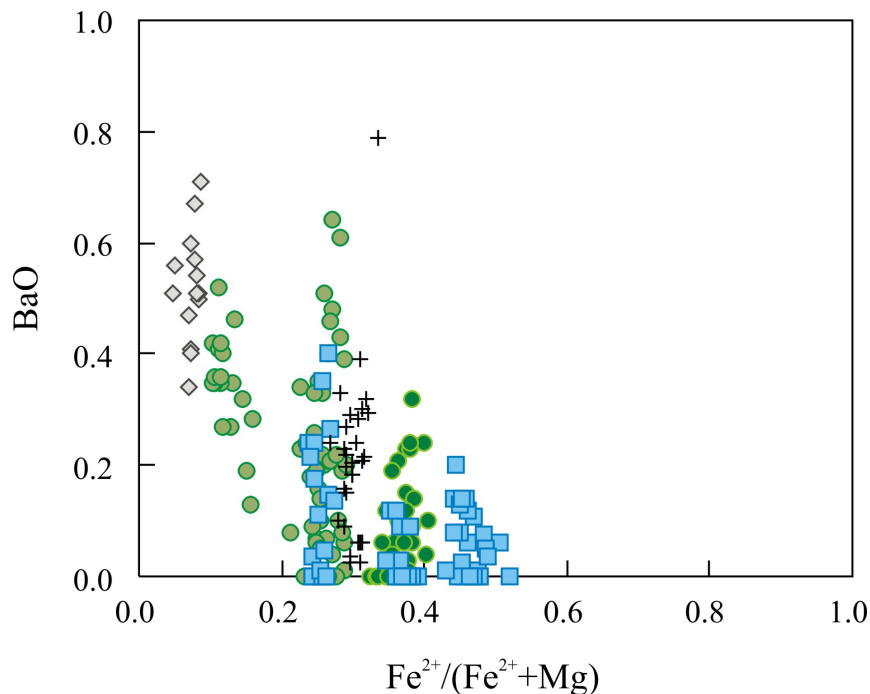


Figure 2.10 - BaO (wt. %) variation with evolution of phlogopite in the Salitre I bebedourites. Crosses = melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.9.

2.5.4 PEROVSKITE

Perovskite is a common phase in the APIP complexes. In Salitre, it occurs associated with dunites, wehrlites, and some types of bebedourite. Table 2.4 shows representative analyses of perovskite from the Salitre I bebedourites.

Table 2.4 – Representative analyses of perovskite from Salitre bebedourites.

| <i>Analysis</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <i>core/rim</i> | rim | core | rim | rim | core | rim | rim | core | rim |
| SiO ₂ | 0.01 | 0.01 | 0.02 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.02 | n.d. | 0.01 |
| TiO ₂ | 56.14 | 54.34 | 56.40 | 54.57 | 54.45 | 54.53 | 55.50 | 55.73 | 56.28 |
| Al ₂ O ₃ | 0.07 | 0.16 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.09 |
| FeO | 0.88 | 1.37 | 0.68 | 1.20 | 1.11 | 1.10 | 0.94 | 0.86 | 0.89 |
| MnO | n.d. | n.d. | 0.01 | 0.03 | 0.01 | n.d. | 0.01 | 0.02 | 0.03 |
| MgO | 0.01 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | n.d. |
| CaO | 39.86 | 37.28 | 39.83 | 37.75 | 37.83 | 38.00 | 39.10 | 39.55 | 39.46 |
| Na ₂ O | n.d. | 0.45 | 0.05 | 0.37 | 0.49 | 0.47 | 0.17 | 0.23 | 0.22 |
| ThO ₂ | 0.07 | 0.28 | 0.05 | 0.02 | n.d. | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.05 |
| ZrO ₂ | 0.03 | 0.07 | 0.12 | 0.51 | 0.35 | 0.32 | 0.03 | 0.13 | 0.06 |
| SrO | 0.39 | 0.37 | 0.46 | 0.58 | 0.52 | 0.45 | 0.37 | 0.58 | 0.40 |
| Nb ₂ O ₅ | 0.33 | 0.24 | 0.37 | 1.22 | 1.15 | 1.15 | 0.50 | 0.64 | 0.47 |
| Ta ₂ O ₅ | n.d. | 0.02 | 0.03 | n.d. | 0.06 | 0.03 | n.d. | n.d. | 0.09 |
| La ₂ O ₃ | 0.47 | 1.07 | 0.44 | 0.92 | 0.93 | 0.95 | 0.61 | 0.63 | 0.55 |
| Ce ₂ O ₃ | 1.09 | 2.85 | 0.89 | 1.70 | 1.79 | 1.77 | 1.01 | 0.94 | 1.17 |
| Nd ₂ O ₃ | 0.51 | 1.39 | 0.29 | 0.60 | 0.60 | 0.70 | 0.44 | 0.18 | 0.51 |
| Y ₂ O ₃ | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | 0.05 |
| Total | 99.86 | 99.94 | 99.73 | 99.60 | 99.48 | 99.64 | 98.88 | 99.62 | 100.28 |
| Si | 0.0003 | 0.0003 | 0.0004 | - | - | - | 0.0004 | - | 0.0002 |
| Al | 0.0020 | 0.0045 | 0.0022 | 0.0026 | 0.0027 | 0.0019 | 0.0019 | 0.0013 | 0.0023 |
| Ti | 0.9756 | 0.9639 | 0.9785 | 0.9612 | 0.9605 | 0.9606 | 0.9744 | 0.9713 | 0.9752 |
| Fe ²⁺ | 0.0170 | 0.0270 | 0.0130 | 0.0230 | 0.0220 | 0.0220 | 0.0180 | 0.0170 | 0.0170 |
| Mn | - | - | 0.0001 | 0.0007 | 0.0002 | - | 0.0001 | 0.0005 | 0.0005 |
| Mg | 0.0004 | - | - | - | 0.0010 | 0.0005 | 0.0011 | 0.0001 | - |
| Ca | 0.9866 | 0.9419 | 0.9843 | 0.9472 | 0.9506 | 0.9535 | 0.9778 | 0.9820 | 0.9738 |
| Na | - | 0.0207 | 0.0021 | 0.0167 | 0.0224 | 0.0211 | 0.0075 | 0.0105 | 0.0100 |
| Th | 0.0003 | 0.0015 | 0.0003 | 0.0001 | - | 0.0001 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0003 |
| Zr | 0.0003 | 0.0008 | 0.0013 | 0.0059 | 0.0040 | 0.0037 | 0.0003 | 0.0014 | 0.0006 |
| Sr | 0.0052 | 0.0051 | 0.0062 | 0.0079 | 0.0071 | 0.0061 | 0.0051 | 0.0078 | 0.0053 |
| Nb | 0.0034 | 0.0026 | 0.0039 | 0.0129 | 0.0121 | 0.0122 | 0.0053 | 0.0067 | 0.0048 |
| Ta | - | 0.0001 | 0.0002 | - | 0.0004 | 0.0002 | - | - | 0.0005 |
| La | 0.0040 | 0.0093 | 0.0037 | 0.0079 | 0.0080 | 0.0082 | 0.0052 | 0.0054 | 0.0046 |
| Ce | 0.0092 | 0.0246 | 0.0075 | 0.0146 | 0.0153 | 0.0152 | 0.0086 | 0.0079 | 0.0098 |
| Nd | 0.0042 | 0.0117 | 0.0024 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0059 | 0.0037 | 0.0014 | 0.0042 |
| Y | 0.0001 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0007 | 0.0010 | 0.0008 | 0.0009 | 0.0006 |

Cations 2.0086 2.0143 2.0065 2.0062 2.0120 2.0122 2.0104 2.0143 2.0097

Rock-types: 1-3 olivine-rich bebedourite, 4-6 perovskite bebedourite, 7-9 perovskite-titanite-melanite bebedourite.

Salitre perovskites are classified in the perovskite-loparite-tausonite-lueshite system (Fig. 2.11), and plot within a limited composition range near the *sensu strictu* perovskite composition (CaTiO_3 molecule ranging from 91 to 98 %). Some REE substitution is in place, with the loparite molecule ranging from 1 to 8 %. Lueshite is up to 1.5 mol. % and the tausonite end-member is always lower than 1 mol. %. These values are comparable with perovskite in Salitre I and II perovskites, dunites and pyroxenites (Morbidelli *et al.*, 1997), perovskites in bebedourites from the Tapira complex (Brod, 1999), and from other ultrapotassic rocks such as kimberlites and kamafugites (Gravina *et al.*, 2005; Mitchell, 2002 and references therein).

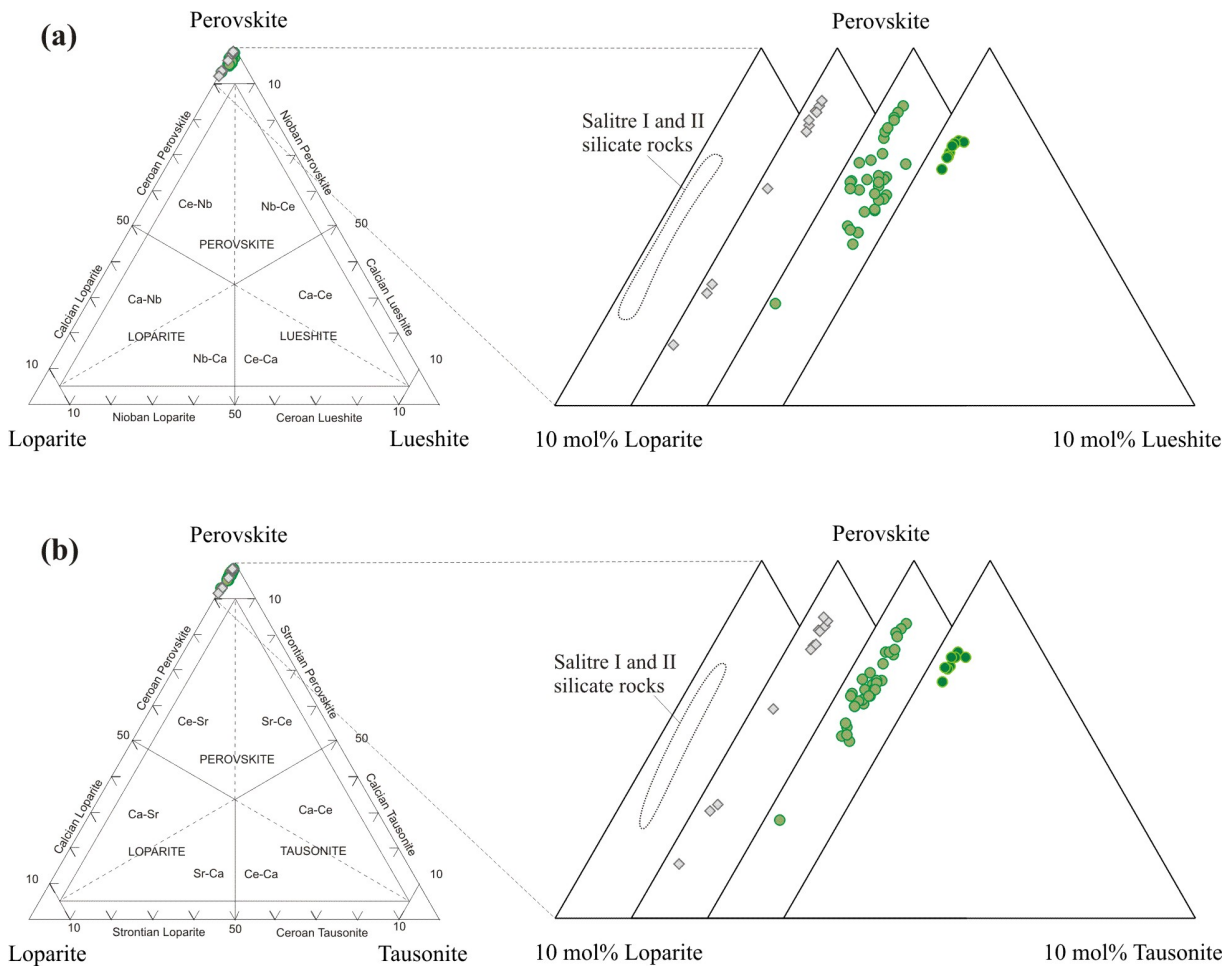


Figure 2.11 – Classification of perovskite from Salitre bebedourites in the (a) perovskite-loparite-lueshite system and (b) perovskite-loparite-tausonite system (Mitchell, 2002). Symbols as in Fig. 2.9.

Additional data from Morbidelli et al. (1997) for perovskite from Salitre I and II cumulates are plotted in a separate field for comparison.

Some of the analysed crystals clearly display optical zoning (see fig. 2.5a), where the core of the crystal is richer in the loparite molecule, evolving to pure perovskite towards the rims.

Figure 2.11 also shows the compositional variation of perovskite from different types of Salitre bebedourites. Despite the extensive overlap, when only the cores of analysed crystals are considered there is a compositional progression from olivine-perovskite bebedourites (B1a) through perovskite bebedourites (B1b) to perovskite-titanite-melanite bebedourites (B2a), with decreasing REE content and increasing in the CaTiO_3 molecule. This is the same evolution trend observed between core and rim of individual crystals, suggesting that REE content of perovskite is sensitive to the evolution of bebedouritic magma. The perovskites from Salitre I and II olivine-rich cumulates are also consistent with this evolution trend.

2.5.5 MELANITE

Table 2.5 shows representative compositions of garnet from Salitre bebedourites. These garnets are typically Ca-rich (31-33 wt. % CaO), and poor in Al (0.1 – 1.3 wt. % Al_2O_3), Cr (< 0.25 wt. % Cr_2O_3), and Mn (< 0.4 wt. % MnO) therefore classifying as andradite-type. Their TiO_2 content is variable but high, ranging from 4 to 18 wt. %. Ti-rich andradites may be further subdivided (Deer *et al.*, 1992) into melanite and schorlomite, depending on the predominance of Ti^{4+} or Fe^{3+} . The limit between these two species approximately coincides with 15 wt. % TiO_2 , which places most of the Salitre garnets into the melanite range (Fig. 2.12) whereas a lesser amount are schorlmites. Minor constituents present in these garnets comprise ZrO_2 (up to 2 wt. %) and REE+Y (up to 0.35 wt. % $\text{La}_2\text{O}_3+\text{Ce}_2\text{O}_3+\text{Y}_2\text{O}_3$).

Ti-rich andradite-type garnets are a common mineral in alkaline rocks (e.g. Keep and Russell, 1992; Dingwell and Brearley, 1985; Huggins *et al.*, 1977; Vuorinen *et al.*, 2005), and were reported in bebedourites from the Tapira complex (Brod, 1999; Brod *et al.*, 2003). They have been variably interpreted as primary or metasomatic (Flohr and Ross, 1990; Ulrych *et al.*, 1994). Zr- and Ti-rich garnets are considered indicative of magmatism of carbonatitic affinity (Platt and Mitchell, 1979).

In Salitre, melanite occurs in bebedourites from B2, B2a and B2b. Melanite shows a trend of magmatic evolution (Fig. 2.12) marked by an increase in SiO₂ and Fe₂O₃, and decrease in Al₂O₃, TiO₂, FeO, and MgO.

Table 2.5 – Representative analyses of melanite from Salitre bebedourites.

| <i>Analysis</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| SiO₂ | 26.12 | 28.31 | 28.29 | 29.35 | 28.18 | 28.96 | 29.47 | 29.87 | 30.51 | 33.32 |
| TiO₂ | 17.31 | 14.28 | 13.11 | 12.08 | 15.11 | 13.32 | 12.96 | 11.76 | 9.58 | 5.64 |
| Al₂O₃ | 0.72 | 0.59 | 1.08 | 0.74 | 0.40 | 0.33 | 0.42 | 0.27 | 0.38 | 0.19 |
| Cr₂O₃ | 0.01 | 0.02 | 0.04 | n.d. | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | n.d. | n.d. |
| FeO | 8.17 | 5.97 | 5.81 | 4.78 | 6.51 | 5.42 | 5.14 | 4.95 | 3.77 | 1.79 |
| Fe₂O₃ | 12.34 | 15.88 | 16.24 | 17.80 | 15.30 | 17.28 | 17.54 | 19.09 | 20.82 | 25.43 |
| MnO | 0.24 | 0.31 | 0.29 | 0.27 | 0.34 | 0.28 | 0.27 | 0.41 | 0.34 | 0.31 |
| MgO | 1.05 | 0.90 | 0.90 | 0.95 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.76 | 0.70 | 0.29 |
| CaO | 31.92 | 32.40 | 32.58 | 32.37 | 32.22 | 32.14 | 32.27 | 32.26 | 31.89 | 32.66 |
| ZrO₂ | 0.81 | 0.91 | 0.80 | 0.50 | 0.82 | 1.63 | 0.99 | 0.99 | 1.36 | 0.37 |
| NiO | 0.08 | n.d. | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.08 | 0.02 | 0.01 | n.d. |
| La₂O₃ | 0.08 | 0.10 | 0.03 | 0.04 | 0.09 | 0.05 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.10 |
| Ce₂O₃ | 0.05 | 0.06 | 0.10 | 0.25 | 0.09 | 0.01 | 0.07 | 0.11 | 0.06 | n.d. |
| Y₂O₃ | 0.07 | 0.11 | 0.02 | 0.05 | n.d. | 0.10 | 0.02 | 0.09 | 0.14 | 0.14 |
| Total | 98.95 | 99.84 | 99.34 | 99.18 | 99.92 | 100.39 | 100.09 | 100.59 | 99.56 | 100.24 |
| Si | 2.270 | 2.435 | 2.433 | 2.524 | 2.423 | 2.496 | 2.528 | 2.554 | 2.640 | 2.833 |
| Ti | 1.138 | 0.924 | 0.852 | 0.783 | 0.978 | 0.858 | 0.833 | 0.754 | 0.619 | 0.359 |
| Al | 0.074 | 0.060 | 0.109 | 0.074 | 0.041 | 0.033 | 0.042 | 0.027 | 0.038 | 0.019 |
| Cr | 0.000 | 0.001 | 0.003 | - | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | - | - |
| Fe²⁺ | 0.597 | 0.430 | 0.420 | 0.344 | 0.468 | 0.388 | 0.367 | 0.353 | 0.271 | 0.127 |
| Fe³⁺ | 0.811 | 1.027 | 1.055 | 1.153 | 0.989 | 1.111 | 1.127 | 1.223 | 1.344 | 1.617 |
| Mn | 0.018 | 0.023 | 0.021 | 0.020 | 0.024 | 0.020 | 0.020 | 0.030 | 0.025 | 0.022 |
| Mg | 0.137 | 0.116 | 0.116 | 0.121 | 0.106 | 0.106 | 0.106 | 0.096 | 0.090 | 0.036 |
| Ca | 2.990 | 2.987 | 3.017 | 2.988 | 2.970 | 2.946 | 2.955 | 2.946 | 2.934 | 2.960 |
| Zr | 0.030 | 0.040 | 0.030 | 0.020 | 0.030 | 0.070 | 0.040 | 0.040 | 0.060 | 0.020 |
| Ni | 0.010 | - | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | - |
| La | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | - | - | - | 0.000 |
| Ce | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | - |
| Y | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | - | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.010 |
| Cations | 8.075 | 8.053 | 8.056 | 8.037 | 8.031 | 8.030 | 8.030 | 8.024 | 8.031 | 8.003 |

Rock types: 1-4 melanite bebedourite, 5-7 perovskite-titanite-melanite bebedourite, 8-10; melanite bebedourite. Cations per formula unit calculated on the basis of 12 O. n.d. = not detected.

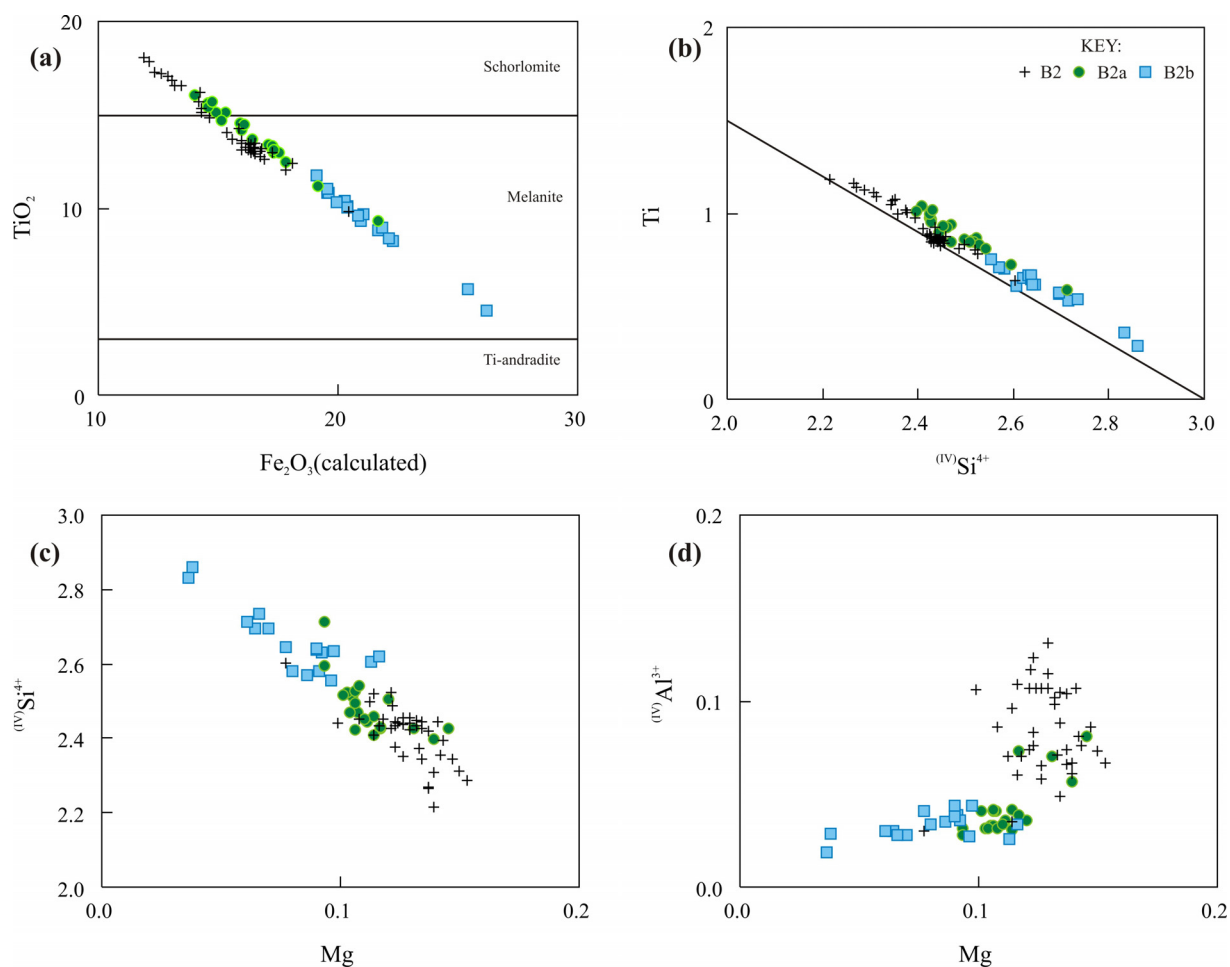


Figure 2.12 – (a) Composition range and classification of Ti-rich garnets from Salitre bebedourites based on the TiO_2 (wt. %) content (Deer et al., 1992). (b) to (d) Variation trends for selected cations (atoms per formula unit). Crosses = melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.9.

The anhedral, sieve-textured habit of melanite in Salitre bebedourites, and the replacement textures observed between melanite, titanite, and perovskite preclude a proper evaluation of the zoning patterns. The few homogeneous grains analysed often exhibit opposite zoning patterns in the same sample. It is possible that chemical inheritance from the preexisting perovskite and titanite is obscuring the magmatic trends within single melanite crystals.

2.5.6 TITANITE

Titanite is present in bebedourites as an accessory mineral. It may occur as individual crystals, as overgrowth rims on perovskite and/or be overgrown by melanite rims. Representative chemical analyses are presented in Table 2.6. Unfortunately we do not have Nb and Zr

determinations in titanite. Among the analysed elements, the main traces are REE (La, Ce, Nd, plus Y, with total REE₂O₃ reaching up to 0.8 wt. %) and Fe₂O₃ (up to 2.6 wt. %), which is similar to titanite in bebedourites from the Tapira complex (our unpublished data). The titanite compositions are fairly uniform, and do not discriminate well between the different bebedourite types.

Table 2.6 – Representative titanite analyses from Salitre bebedourites.

| <i>Analysis</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO₂ | 30.02 | 30.54 | 30.90 | 30.35 | 30.28 | 30.01 | 30.47 | 30.64 | 30.78 |
| TiO₂ | 37.66 | 36.74 | 38.65 | 38.63 | 37.86 | 37.82 | 37.72 | 34.95 | 37.45 |
| Al₂O₃ | 0.13 | 0.25 | 0.03 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.20 | 0.20 | 0.26 |
| Fe₂O₃ | 1.71 | 1.49 | 1.23 | 1.36 | 1.37 | 1.36 | 1.32 | 3.71 | 1.57 |
| MnO | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | n.d. |
| MgO | 0.02 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.09 | 0.02 |
| CaO | 28.51 | 28.33 | 28.52 | 28.47 | 28.06 | 27.99 | 28.65 | 28.91 | 28.56 |
| Na₂O | 0.06 | n.d. | 0.08 | n.d. | 0.02 | n.d. | n.d. | 0.27 | n.d. |
| K₂O | n.d. | 0.01 | 0.02 | 0.01 | n.d. | n.d. | 0.01 | n.d. | 0.01 |
| La₂O₃ | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.10 | 0.10 | 0.12 | 0.11 | 0.13 | 0.09 |
| Ce₂O₃ | 0.12 | 0.02 | 0.21 | 0.34 | 0.23 | 0.28 | 0.16 | 0.15 | 0.20 |
| Nd₂O₃ | 0.13 | 0.04 | 0.02 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.07 | 0.11 | 0.04 |
| Y₂O₃ | n.d. | n.d. | 0.05 | 0.09 | n.d. | n.d. | 0.06 | 0.00 | 0.02 |
| Total | 98.41 | 97.45 | 99.76 | 99.57 | 98.19 | 97.86 | 98.81 | 99.19 | 98.99 |
| Si | 4.012 | 4.103 | 4.060 | 4.008 | 4.047 | 4.028 | 4.049 | 4.085 | 4.078 |
| Ti | 3.786 | 3.713 | 3.820 | 3.838 | 3.807 | 3.819 | 3.770 | 3.505 | 3.732 |
| Al | 0.020 | 0.039 | 0.004 | 0.018 | 0.018 | 0.021 | 0.031 | 0.031 | 0.041 |
| Fe³⁺ | 0.172 | 0.150 | 0.121 | 0.135 | 0.138 | 0.137 | 0.132 | 0.372 | 0.156 |
| Mn | - | - | - | - | 0.004 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | - |
| Mg | 0.004 | - | - | - | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.019 | 0.004 |
| Ca | 4.083 | 4.077 | 4.015 | 4.028 | 4.018 | 4.026 | 4.079 | 4.130 | 4.054 |
| Na | 0.016 | - | 0.019 | - | 0.004 | - | - | 0.069 | - |
| K | - | 0.002 | 0.003 | 0.001 | - | - | 0.002 | 0.001 | 0.001 |
| La | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.005 |
| Ce | 0.006 | 0.001 | 0.010 | 0.016 | 0.011 | 0.014 | 0.008 | 0.008 | 0.010 |
| Nd | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.003 | 0.005 | 0.002 |
| Y | - | - | 0.003 | 0.006 | - | - | 0.005 | - | 0.001 |
| Cations | 12.108 | 12.089 | 12.059 | 12.061 | 12.060 | 12.061 | 12.090 | 12.084 | 12.083 |

Rock types: 1-3 titanite bebedourite, 4-6 titanite-melanite bebedourites, 7-9 perovskite-titanite-melanite bebedourites. Cations per formula unit calculated on the basis of 20 oxygen. n.d. = not detected.

2.5.7 MAGNETITE

Spinel-group minerals in the Salitre bebedourites are restricted to magnetite, with some Ti substitution. Table 2.7 shows representative analyses. This mineral occurs in all bebedourite

petrographic types but the melanite-rich bebedourites (B2). It often contains small amounts of ilmenite exsolution lamellae, so great care was exercised in avoiding grains with exsolution features during microprobe analyses.

Table 2.7 – Representative analyses of magnetite from Salitre bebedourites.

| <i>Analysis</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | USP | UnB | UnB | USP | UnB | USP | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB |
| SiO₂ | 0.05 | 0.05 | 0.06 | n.d. | 0.01 | 0.06 | 0.04 | n.d. | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.07 | 0.13 | 0.02 | 2.14 | 0.04 | 0.08 |
| TiO₂ | 7.46 | 6.81 | 5.85 | 5.48 | 4.48 | 4.24 | 1.41 | 1.02 | 0.70 | 1.51 | 1.21 | 0.86 | 1.80 | 0.86 | 5.64 | 2.32 | 2.19 |
| Al₂O₃ | 0.06 | 0.02 | 0.05 | n.d. | 0.03 | 0.02 | 0.13 | 0.13 | 0.09 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | n.d. | 0.02 | 0.00 | 0.05 | n.d. |
| Cr₂O₃ | 1.80 | 1.46 | 1.50 | 1.65 | 1.50 | 1.91 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | n.d. | 0.03 | n.d. | 0.05 | n.d. | 0.78 | 1.03 | 0.84 |
| FeO | 31.91 | 32.77 | 32.62 | 31.13 | 32.18 | 30.71 | 31.57 | 30.87 | 31.40 | 33.42 | 33.04 | 32.36 | 32.70 | 31.88 | 36.06 | 33.13 | 32.95 |
| Fe₂O₃ | 52.42 | 54.80 | 56.22 | 57.01 | 59.15 | 58.18 | 65.44 | 66.64 | 66.97 | 64.32 | 64.36 | 64.82 | 64.02 | 66.80 | 52.13 | 62.11 | 63.24 |
| MnO | 0.64 | 0.52 | 0.32 | 0.62 | 0.36 | 0.50 | 0.54 | 0.82 | 0.30 | 0.29 | 0.23 | 0.11 | 0.73 | 0.48 | 0.74 | 0.88 | 0.85 |
| MgO | 2.92 | 2.31 | 2.00 | 2.41 | 1.55 | 1.90 | 0.41 | 0.30 | 0.35 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | n.d. | 0.13 | 0.28 | 0.06 | 0.22 |
| CaO | 0.01 | 0.03 | n.d. | n.d. | 0.05 | 0.02 | n.d. | 0.10 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.14 | 0.27 | 0.10 | 2.10 | 0.06 | 0.15 |
| NiO | 0.22 | 0.28 | 0.15 | 0.25 | 0.16 | 0.24 | 0.14 | 0.03 | 0.06 | 0.02 | n.d. | 0.06 | 0.06 | n.d. | n.d. | 0.01 | 0.02 |
| ZnO | 0.05 | n.d. | 0.09 | n.d. | 0.11 | 0.02 | 0.07 | 0.05 | n.d. | n.d. | 0.19 | n.d. | 0.13 | n.d. | 0.02 | n.d. | 0.08 |
| V₂O₅ | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0.06 | n.d. | 0.26 | 0.15 | 0.25 | 0.64 | 0.66 | 0.56 | 0.47 | 0.32 | 0.28 | 0.44 | 0.44 |
| Total | 97.53 | 99.06 | 98.85 | 98.55 | 99.63 | 97.80 | 100.06 | 100.18 | 100.27 | 100.30 | 99.84 | 99.09 | 100.36 | 100.62 | 100.16 | 100.13 | 101.06 |
| Si | 0.015 | 0.015 | 0.020 | - | 0.002 | 0.019 | 0.011 | - | 0.013 | 0.005 | 0.014 | 0.023 | 0.041 | 0.007 | 0.643 | 0.011 | 0.025 |
| Ti | 1.718 | 1.554 | 1.342 | 1.258 | 1.024 | 0.984 | 0.325 | 0.236 | 0.162 | 0.349 | 0.280 | 0.200 | 0.415 | 0.197 | 1.275 | 0.536 | 0.501 |
| Al | 0.021 | 0.008 | 0.019 | - | 0.011 | 0.007 | 0.047 | 0.048 | 0.031 | 0.008 | 0.014 | 0.019 | - | 0.007 | 0.001 | 0.018 | - |
| Cr | 0.436 | 0.351 | 0.361 | 0.398 | 0.360 | 0.467 | 0.015 | 0.017 | 0.020 | - | 0.008 | - | 0.013 | - | 0.184 | 0.250 | 0.202 |
| Fe²⁺ | 8.168 | 8.310 | 8.315 | 7.942 | 8.184 | 7.931 | 8.091 | 7.909 | 8.039 | 8.573 | 8.520 | 8.403 | 8.376 | 8.151 | 9.065 | 8.497 | 8.366 |
| Fe³⁺ | 12.076 | 12.505 | 12.897 | 13.086 | 13.535 | 13.520 | 15.092 | 15.363 | 15.431 | 14.850 | 14.935 | 15.147 | 14.757 | 15.369 | 11.793 | 14.336 | 14.447 |
| Mn | 0.166 | 0.135 | 0.082 | 0.160 | 0.092 | 0.129 | 0.141 | 0.214 | 0.078 | 0.076 | 0.060 | 0.030 | 0.189 | 0.124 | 0.189 | 0.229 | 0.219 |
| Mg | 1.334 | 1.045 | 0.907 | 1.096 | 0.703 | 0.872 | 0.187 | 0.138 | 0.158 | 0.024 | 0.009 | 0.022 | - | 0.058 | 0.124 | 0.027 | 0.097 |
| Ca | 0.002 | 0.010 | - | - | 0.016 | 0.006 | - | 0.034 | 0.012 | 0.005 | 0.006 | 0.048 | 0.089 | 0.034 | 0.676 | 0.021 | 0.049 |
| Ni | 0.054 | 0.068 | 0.036 | 0.061 | 0.039 | 0.059 | 0.033 | 0.007 | 0.015 | 0.004 | - | 0.016 | 0.014 | - | - | 0.002 | 0.005 |
| Zn | 0.010 | - | 0.020 | - | 0.024 | 0.005 | 0.016 | 0.010 | - | - | 0.044 | - | 0.030 | - | 0.003 | - | 0.018 |
| V | - | - | - | - | 0.012 | - | 0.052 | 0.030 | 0.050 | 0.129 | 0.135 | 0.116 | 0.094 | 0.064 | 0.055 | 0.090 | 0.089 |
| Cations | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.002 | 24.000 | 24.010 | 24.006 | 24.009 | 24.024 | 24.025 | 24.022 | 24.018 | 24.012 | 24.010 | 24.017 | 24.017 |

Rock types: 1-6 olivine-rich bebedourites, 7-9 perovskite bebedourites, 10-12 titanite bebedourites, 13-14 titanite-melanite bebedourites, 15-17, perovskite-titanite-melanite bebedourites. Cations per formula unit calculated on the basis of 32 O, ferrous/ferric iron ratio calculated by charge balance. UnB = analyses at the University of Brasilia, USP = analyses at the University of São Paulo.

Magnetite from most of the Salitre bebedourites is fairly close to the ideal end-member, except magnetite from the olivine-rich rocks (B1a), which contains up to 6.8 wt. % TiO₂, up to 1.55 wt. % Cr₂O₃, and up to 2.3 wt. % MgO. In one perovskite-titanite-melanite bebedourite (B2a) sample, magnetite shows a slight enrichment in Cr₂O₃ (ca. 1 wt. %) but this is not consistent with the mineral chemistry of other mineral phases, and the reasons for this slightly anomalous chromium

content are not clear. For the rest of the analysed samples, most chemical variations are small, and compositions overlap widely, not allowing clear rock-type discrimination.

Figure 2.13 shows a comparison of the chemical composition of magnetite from the Salitre bebedourites with that of similar rocks from the Tapira Complex, and from the primitive magmas (phlogopite picrites) associated with the APIP carbonatite-phoscorite complexes (Brod *et al.*, 2005). The composition of the studied magnetites coincides with that of the Tapira bebedourites, and both are more evolved than the phlogopite picrite magnetite. This indicates that bebedourites do not derive directly as cumulates from phlogopite picrite magma, but must have formed from a magma that was already differentiated to some extent, and was probably pyroxenitic in composition. This is consistent with fine-grained pyroxene-rich bebedouritic dykes that cut the cumulate rocks.

Salitre I magnetites analysed by Morbidelli *et al.* (1997) overlap the compositions reported here, but Salitre II magnetites contain higher proportions of the ulvöspinel molecule (Fig. 2.13), and one Salitre II analysis yielded high chromium (11.66 wt. % Cr_2O_3), suggesting that Salitre II is composed of more primitive bebedourites, compared with Salitre I.

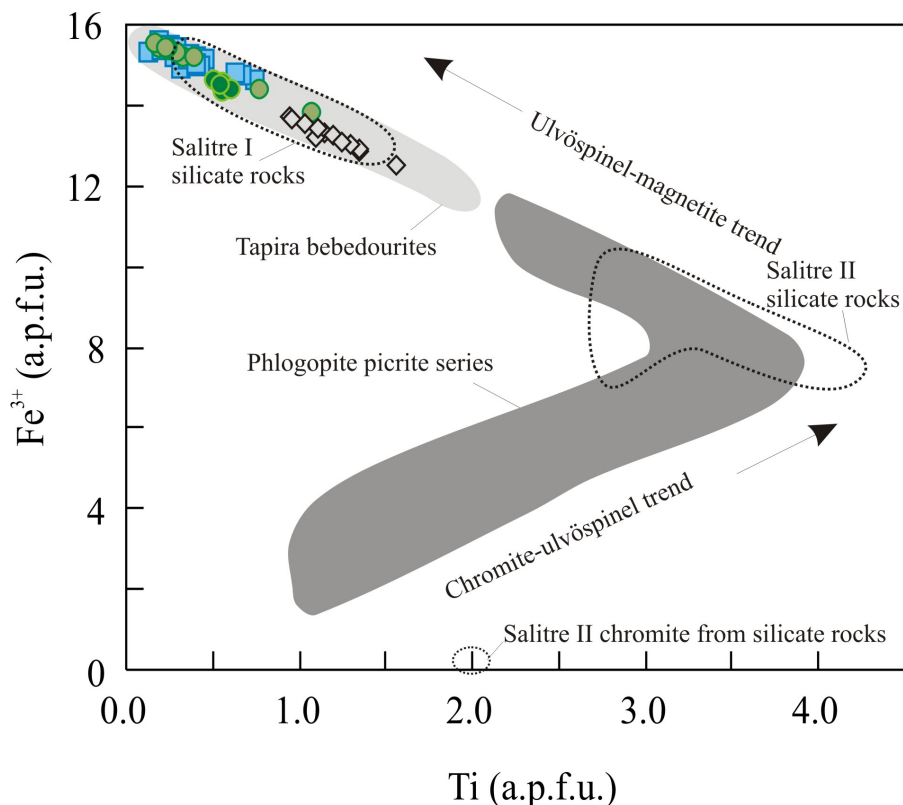


Figure 2.13 – Composition of magnetites from the Salitre bebedourites. The evolution trends of spinel-group minerals associated with the APIP carbonatite complexes (shaded fields, Brod *et al.*,

2005), and data from Morbidelli *et al.* (1997, dashed fields) are shown for comparison. Note that magnetite from Salitre I bebedourites have a more evolved composition than that from Salitre II bebedourites. Symbols as in fig. 2.9.

2.5.8 APATITE

Apatite is a common mineral in alkaline-carbonatite complexes, a common constituent of bebedourites and phoscorites, and the most important magmatic phosphate ore. In carbonatites, it may occur as an accessory as well as a major phase, in which case it marks a transition to phoscorite-series rocks. In the APIP complexes, primary phosphate mineralization is hosted mainly in phoscorite dykes (e.g. Catalão, Araxá, and Salitre complexes) but also in apatite-rich cumulates derived from phoscorite and/or carbonatite magma (e.g. Salitre, Serra Negra) and in cumulates associated with bebedourites (e.g. Tapira, Brod *et al.*, 2004).

Four apatite types are described from carbonatite complexes – fluorapatite, hydroxylapatite, carbonate-fluorapatite and carbonate-hydroxylapatite, but fluorapatite is by far the most common. Apatite is an early crystallizing phase and may persist up to the late stages of magmatic evolution (Hogarth, 1989).

The A site in apatite is originally occupied by Ca, but this element may be substituted by Sr, Ba, REE, and, to a lesser extent, by U and Th. The Sr and Ba content in the apatite structure increase towards the late stages of carbonatite evolution (Kasputin, 1980). LREE are generally enriched in comparison with HREE. Fe, Mg, and Na may occur in variable concentrations (Hogarth, 1989).

The X site is initially occupied by P, but may have relevant C contents if apatite is formed from a carbonate-rich liquid, particularly during the late stages of magma evolution (Hogarth, 1989). Si concentration is variable, but often high (ca 1-1.5 wt. %, Sommerauer and Katz-Lehnert, 1985). Zr (Prins, 1973), As (Hogarth *et al.*, 1985), and S may also be present, in small amounts. F⁻ is the commonest anion in the channel sites, with subordinate OH⁻ and Cl⁻.

Representative compositions of apatite from the Salitre bebedourites are given in Table 2.8. This apatite is relatively close to the ideal composition, with up to 0.8 wt. % SiO₂, 0.3 wt. % FeO, 0.08 wt. % MgO, 1.6 wt. % SrO, 0.16 wt. % SO₃, 0.26 wt. % BaO, 0.6 wt. % La₂O₃, and 0.9 wt. % Ce₂O₃. Cl is lower than 0.06 wt. %. Unfortunately we were not able to determine apatite F contents during this work.

Apatite variations in the studied samples are not sensitive enough to discriminate all bebedourite types. However, the general evolution pattern seems to be one of REE and Sr

enrichment with differentiation. Figure 2.14 compares the composition of apatite from Salitre bebedourites with those of apatite in similar rocks from Tapira (our unpublished data). In both complexes, apatite from the least evolved bebedourites, which have perovskite as the only Ca-Ti mineral (B1b from Salitre, B1 bebedourites from Tapira) are poorer in REE and Sr than those from bebedourites containing Ca-Ti silicates (B2, B2a and B2b).

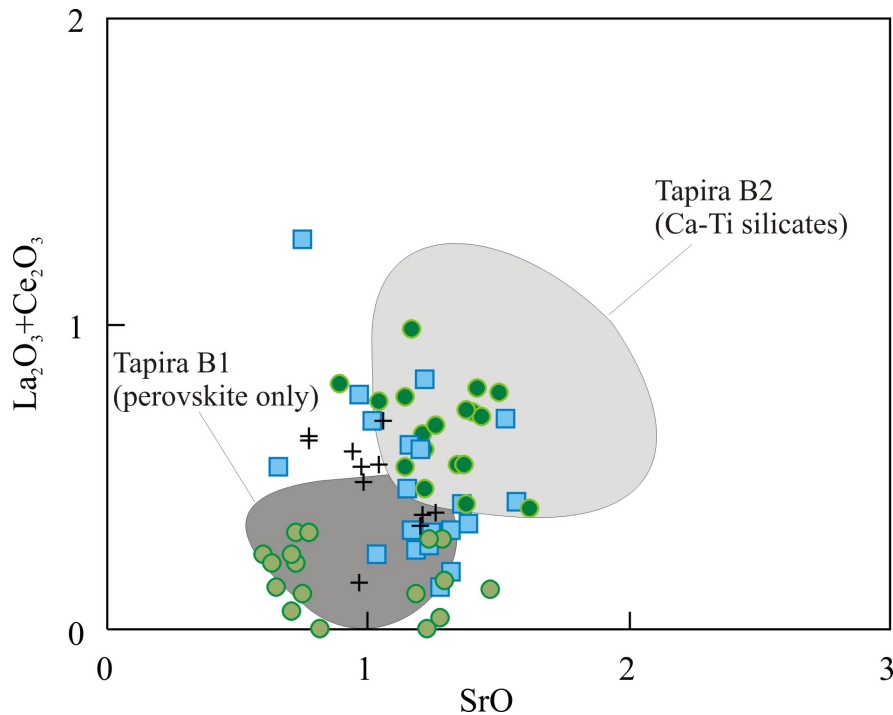


Figure 2.14 – Composition of apatite from the Salitre bebedourites, compared with apatite in similar rocks from the Tapira Complex (our unpublished data). Apatite from bebedourites with perovskite as the sole Ca-Ti phase have lower SrO and REE contents than apatite from bebedourites with other Ca-Ti minerals (titanite and melanite). Crosses = melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.9.

Hogarth (1989) describes five main substitution types occurring in apatite from carbonatites. Among these, the britholite-type ($\text{Ca}^{2+} + \text{P}^{5+} = \text{REE}^{3+} + \text{Si}^{4+}$) and belovite-type ($2\text{Ca}^{2+} = \text{Na}^{+} + \text{REE}^{3+}$) substitutions occur in the Salitre I bebedourites, both in minor proportions. Figure 2.15a illustrates the britholite-type substitution (1:1 line), which appears to be more effective in rocks containing Ca-Ti silicates rather than in the less evolved (perovskite-only) rocks. A similar, albeit poorly defined situation is observed regarding the belovite-type substitution (Fig. 2.15b).

Table 2.8 – Representative analyses of apatite from the Salitre bebedourites.

| <i>Analysis</i> | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> | <i>13</i> | <i>14</i> | <i>15</i> |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| SiO₂ | 0.14 | 0.74 | 0.71 | 0.22 | 0.28 | 0.20 | 0.38 | 0.75 | 0.31 | 0.31 | 0.33 | 0.41 | 0.37 | 0.41 | 0.47 |
| FeO | 0.05 | 0.06 | n.d. | 0.27 | 0.13 | 0.27 | 0.07 | 0.18 | 0.02 | 0.10 | 0.12 | 0.05 | n.d. | 0.04 | 0.12 |
| MgO | n.d. | 0.06 | 0.02 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.04 | n.d. | n.d. | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | n.d. | 0.04 |
| SrO | 1.23 | 0.72 | 0.59 | 1.57 | 1.18 | 1.03 | 1.21 | 1.06 | 0.77 | 1.01 | 1.20 | 0.65 | 1.50 | 1.17 | 1.62 |
| BaO | n.d. | n.d. | n.d. | 0.05 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0.11 | 0.18 | n.d. | n.d. | 0.08 |
| CaO | 54.55 | 54.83 | 54.84 | 54.29 | 54.48 | 54.42 | 54.54 | 54.06 | 54.70 | 54.09 | 53.89 | 54.26 | 54.19 | 53.97 | 54.03 |
| Na₂O | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| La₂O₃ | 0.22 | 0.20 | 0.13 | 0.30 | 0.00 | 0.15 | 0.22 | 0.25 | 0.31 | 0.14 | 0.26 | 0.34 | 0.24 | 0.59 | 0.23 |
| Ce₂O₃ | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.26 | 0.10 | 0.15 | 0.44 | 0.33 | 0.54 | 0.33 | 0.19 | 0.54 | 0.40 | 0.17 |
| P₂O₅ | 42.35 | 41.29 | 41.03 | 41.86 | 41.41 | 41.44 | 41.35 | 41.31 | 41.14 | 41.90 | 41.42 | 41.87 | 41.66 | 40.96 | 41.92 |
| SO₃ | n.d. | 0.08 | 0.09 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.06 |
| Cl | 0.02 | 0.01 | n.d. | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| H | 1.78 | 1.78 | 1.77 | 1.78 | 1.77 | 1.77 | 1.77 | 1.77 | 1.76 | 1.78 | 1.76 | 1.78 | 1.78 | 1.76 | 1.79 |
| Total | 100.42 | 99.88 | 99.30 | 100.54 | 99.52 | 99.40 | 99.79 | 99.81 | 99.34 | 99.92 | 99.50 | 99.79 | 100.38 | 99.35 | 100.52 |
| Si | 0.024 | 0.125 | 0.120 | 0.038 | 0.047 | 0.033 | 0.063 | 0.126 | 0.053 | 0.051 | 0.056 | 0.069 | 0.062 | 0.070 | 0.079 |
| Fe² | 0.006 | 0.009 | - | 0.038 | 0.018 | 0.039 | 0.010 | 0.025 | 0.002 | 0.015 | 0.017 | 0.007 | - | 0.006 | 0.017 |
| Mg | - | 0.016 | 0.005 | - | - | - | - | - | - | 0.012 | 0.006 | 0.002 | 0.013 | - | 0.009 |
| Sr | 0.120 | 0.070 | 0.058 | 0.153 | 0.116 | 0.101 | 0.118 | 0.103 | 0.076 | 0.099 | 0.118 | 0.064 | 0.147 | 0.115 | 0.157 |
| Ba | - | - | - | 0.004 | - | - | - | - | - | - | 0.007 | 0.012 | - | - | 0.005 |
| Ca | 9.788 | 9.887 | 9.943 | 9.776 | 9.891 | 9.888 | 9.880 | 9.784 | 9.960 | 9.764 | 9.797 | 9.790 | 9.776 | 9.854 | 9.711 |
| Na | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| La | 0.013 | 0.012 | 0.008 | 0.019 | - | 0.009 | 0.014 | 0.015 | 0.019 | 0.009 | 0.016 | 0.021 | 0.015 | 0.037 | 0.014 |
| Ce | 0.005 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.016 | 0.006 | 0.010 | 0.027 | 0.020 | 0.033 | 0.020 | 0.012 | 0.033 | 0.025 | 0.010 |
| P | 6.004 | 5.884 | 5.879 | 5.956 | 5.941 | 5.950 | 5.920 | 5.909 | 5.919 | 5.977 | 5.950 | 5.969 | 5.939 | 5.910 | 5.954 |
| S | - | 0.010 | 0.012 | 0.008 | 0.002 | 0.003 | 0.007 | - | - | - | 0.005 | 0.005 | 0.007 | 0.006 | 0.007 |
| Cations | 15.960 | 16.020 | 16.031 | 15.999 | 16.030 | 16.029 | 16.032 | 15.990 | 16.049 | 15.961 | 15.992 | 15.950 | 15.991 | 16.023 | 15.964 |

Rock types: 1-3 perovskite bebedourites, 4-6 titanite bebedourites, 7-9 melanite bebedourites, 10-12 titanite-melanite bebedourites, 13-15 perovskite-titanite-melanite bebedourites. Cations per formula unit calculated on the basis 25 oxygen. n.d. = not detected.

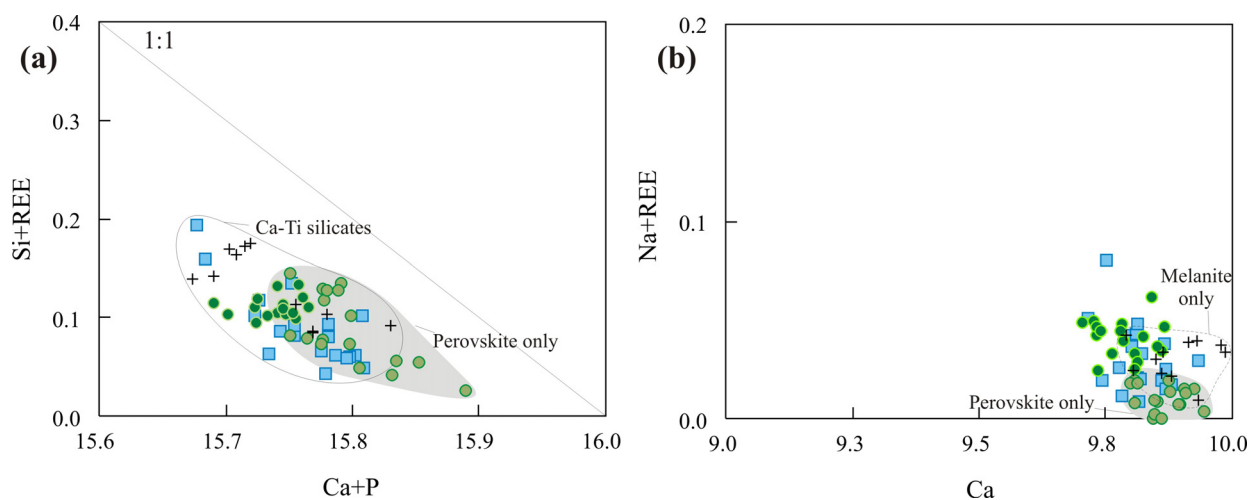


Figure 2.15 – Types of substitutions in apatite from Salitre I bebedourites: a) Britholite-type substitution; b) belovite-type substitution (Hogarth, 1989). Note that rocks with Ca-Ti silicates show higher amounts of britholite-type substitution than bebedourites where perovskite is the only Ca-Ti phase. Crosses= melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.9.

The mineral chemistry data presented here confirm the petrographic observations of a progressive compositional evolution, starting with olivine- and perovskite-bearing bebedourites (B1a), followed by olivine-free perovskite bebedourites (B1b). The less-evolved compositions for most minerals of B2 melanite-rich bebedourites suggests that this unit represents an independent intrusion of a relatively primitive, although more silica-rich magma, with local changes in their silica activity, represented by perovskite-titanite-melanite bebedourites (B2a) and titanite and titanite-melanite bebedourites (B2b).

2.6 WHOLE-ROCK GEOCHEMISTRY

The chemical composition of 29 samples spanning the various types of bebedourite from the Salitre complex was determined by a combination of ICP-AES and ICP-MS techniques on samples fused with LiBO_4 , at the Acme Analytical Laboratories, Canada and at the Geochemistry Laboratory at University of Brasília, Brazil. Representative analyses are reported in Table 2.9.

Since bebedourites are cumulate rocks, the use of differentiation indices is complicated. For instance, SiO_2 , MgO , and P_2O_5 contents are similar between the studied rocks and appear to be more controlled by the distribution of minerals such as diopside, phlogopite and apatite than by the differentiation stage. In some cases, the use of trace elements in normalised diagrams is more useful

in discriminating these rocks, but even these may be affected by some of the key minerals present in the rock, such as perovskite (see below).

2.6.1 MAJOR ELEMENT OXIDES

Variations in major element contents in the Salitre bebedourites respond mostly to changes in the modal proportions of the accumulated mineral phases.

Table 2.9 – Representative whole-rock chemical analyses of bebedourites from the Salitre Complex.

| <i>Analysis</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO₂ | 16.64 | 33.46 | 22.95 | 38.83 | 33.03 | 30.46 | 30.45 | 34.42 | 32.46 | 32.86 | 33.72 | 30.98 | 35.94 | 35.78 | 33.56 | 31.86 | 29.48 | 33.26 |
| TiO₂ | 21.97 | 6.06 | 2.68 | 3.02 | 5.65 | 6.22 | 3.89 | 5.75 | 4.66 | 6.49 | 4.68 | 4.14 | 5.66 | 1.85 | 5.21 | 5.09 | 4.06 | 6.37 |
| Al₂O₃ | 0.48 | 1.41 | 3.09 | 1.01 | 1.00 | 4.90 | 3.72 | 3.18 | 2.74 | 4.48 | 5.96 | 1.61 | 4.26 | 6.99 | 4.25 | 4.21 | 3.42 | 1.22 |
| Fe₂O₃ | 24.16 | 17.42 | 10.97 | 12.38 | 14.94 | 11.13 | 15.33 | 17.38 | 15.44 | 17.15 | 14.68 | 14.57 | 18.02 | 15.00 | 15.66 | 13.40 | 15.54 | 18.02 |
| MnO | 0.30 | 0.28 | 0.26 | 0.14 | 0.16 | 0.20 | 0.24 | 0.24 | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.25 | 0.31 | 0.35 | 0.35 | 0.28 | 0.18 | 0.25 |
| MgO | 19.61 | 31.31 | 11.73 | 13.60 | 11.44 | 15.27 | 14.25 | 8.87 | 10.97 | 9.29 | 11.49 | 8.99 | 9.15 | 11.69 | 11.40 | 10.92 | 12.31 | 9.56 |
| CaO | 14.80 | 6.72 | 26.05 | 23.55 | 25.25 | 13.95 | 17.59 | 17.30 | 20.57 | 19.60 | 16.04 | 25.50 | 14.64 | 13.49 | 16.61 | 19.46 | 21.35 | 23.06 |
| Na₂O | 0.11 | 0.09 | 0.16 | 0.39 | 0.27 | 0.38 | 0.31 | 0.77 | 0.35 | 0.27 | 0.31 | 0.31 | 0.93 | 0.39 | 0.55 | 0.36 | 0.36 | 0.65 |
| K₂O | 0.51 | 1.38 | 3.63 | 0.81 | 0.70 | 4.43 | 4.23 | 3.75 | 2.75 | 4.07 | 5.21 | 2.01 | 4.55 | 6.37 | 4.88 | 4.38 | 3.12 | 0.69 |
| P₂O₅ | 0.04 | 0.13 | 12.12 | 4.13 | 6.27 | 2.72 | 6.74 | 4.73 | 5.38 | 2.90 | 4.33 | 8.06 | 3.53 | 5.17 | 3.28 | 4.85 | 8.20 | 4.69 |
| BaO | 0.02 | 0.07 | 0.23 | 0.04 | 0.03 | 0.21 | 0.13 | 0.09 | 0.08 | 0.11 | 0.21 | 0.04 | 0.08 | 0.15 | 0.08 | 0.13 | 0.11 | 0.04 |
| SrO | 0.15 | 0.05 | 0.42 | 0.14 | 0.20 | 0.22 | 0.21 | 0.17 | 0.19 | 0.12 | 0.17 | 0.22 | 0.13 | 0.19 | 0.18 | 0.29 | 0.24 | 0.29 |
| LOI | 0.40 | 1.10 | 4.50 | 1.90 | 0.90 | 9.80 | 2.40 | 2.90 | 3.70 | 2.20 | 3.00 | 2.40 | 2.40 | 2.50 | 3.80 | 4.50 | 1.60 | 1.70 |
| Total | 99.19 | 99.48 | 98.79 | 99.95 | 99.83 | 99.89 | 99.49 | 99.55 | 99.58 | 99.78 | 100.00 | 99.08 | 99.59 | 99.92 | 99.82 | 99.73 | 99.98 | 99.81 |
| CO₂ | 0.51 | 0.55 | 3.85 | 0.88 | 0.59 | 8.03 | 1.43 | 1.14 | 1.72 | 1.06 | 0.88 | 0.88 | 0.99 | 1.32 | 2.60 | 3.15 | 1.10 | 1.17 |
| S | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.08 | 0.06 | 0.11 | 0.01 | 0.02 | 0.22 | 0.12 | 0.14 | 0.46 | 0.04 | 0.03 | 0.06 |
| V | 191.0 | 1067.4 | 254.0 | 4.2 | 127.0 | 124.0 | 342.3 | 60.1 | 57.0 | 2.6 | 60.1 | 57.2 | 57.5 | 198.0 | 407.0 | 316.0 | 177.0 | 354.0 |
| Cr | 369.5 | 1122.1 | 0.0 | 52.3 | 0.0 | 136.8 | 44.5 | 77.3 | 74.5 | 61.0 | 87.0 | 56.2 | 80.2 | 13.7 | 27.4 | 82.1 | 0.0 | 6.8 |
| Ni | 365.7 | 1291.6 | 19.3 | 41.2 | 24.6 | 78.3 | 48.7 | 27.8 | 9.6 | 41.8 | 114.8 | 0.0 | 2.6 | 7.7 | 43.3 | 46.5 | 47.4 | 6.6 |
| Rb | 12.3 | 41.6 | 94.7 | 27.0 | 20.8 | 123.6 | 112.2 | 130.2 | 87.1 | 124.9 | 201.5 | 79.6 | 141.4 | 177.9 | 136.6 | 130.4 | 102.6 | 16.1 |
| Sr | 1273.2 | 424.4 | 3579.9 | 1197.8 | 1647.8 | 1841.6 | 1752.7 | 1460.1 | 1585.1 | 971.9 | 1452.9 | 1844.0 | 1056.2 | 1622.2 | 1550.5 | 2436.9 | 2052.8 | 2474.1 |
| Y | 132.0 | 20.7 | 458.7 | 46.4 | 70.6 | 71.1 | 115.3 | 44.6 | 89.7 | 70.9 | 57.8 | 218.7 | 76.1 | 77.4 | 97.4 | 113.3 | 77.1 | 100.6 |
| Zr | 248.2 | 75.4 | 7767.4 | 392.5 | 386.7 | 294.0 | 1682.1 | 2417.9 | 1698.0 | 943.1 | 925.6 | 5426.3 | 2183.1 | 419.1 | 1410.7 | 2203.6 | 360.0 | 471.5 |
| Nb | 1170.7 | 181.5 | 602.5 | 153.5 | 388.8 | 575.4 | 853.8 | 594.0 | 441.6 | 389.3 | 157.4 | 674.4 | 520.9 | 119.1 | 446.8 | 318.6 | 332.3 | 590.3 |
| Ba | 159.2 | 666.6 | 2037.2 | 402.1 | 266.0 | 1861.1 | 1141.5 | 792.1 | 685.9 | 958.5 | 1890.7 | 376.0 | 671.6 | 1343.1 | 751.0 | 1190.3 | 1001.9 | 402.0 |
| La | 1920.4 | 372.9 | 1637.2 | 252.4 | 411.5 | 562.9 | 735.5 | 175.4 | 458.7 | 158.2 | 254.8 | 449.4 | 280.8 | 484.7 | 266.8 | 431.0 | 361.8 | 889.4 |
| Ce | 4127.8 | 869.3 | 2969.0 | 394.1 | 709.3 | 1186.1 | 1319.0 | 360.6 | 774.9 | 259.5 | 380.3 | 754.8 | 570.7 | 971.7 | 591.2 | 843.5 | 641.1 | 1893.0 |
| Pr | 468.90 | 105.43 | 319.05 | 42.32 | 69.98 | 122.07 | 147.22 | 43.29 | 80.67 | 29.74 | 39.16 | 84.56 | 66.04 | 99.58 | 65.84 | 89.00 | 65.40 | 196.79 |
| Nd | 1662.1 | 387.5 | 1091.5 | 152.9 | 241.5 | 414.0 | 531.4 | 159.9 | 285.1 | 115.5 | 143.0 | 324.4 | 241.5 | 344.5 | 240.9 | 306.7 | 240.8 | 676.6 |
| Sm | 208.62 | 46.15 | 166.12 | 24.28 | 38.80 | 49.86 | 75.01 | 27.08 | 42.76 | 23.00 | 23.49 | 64.65 | 38.53 | 42.11 | 35.58 | 42.66 | 38.10 | 85.91 |
| Eu | 55.15 | 10.68 | 53.14 | 7.17 | 12.56 | 13.73 | 20.97 | 7.97 | 12.25 | 7.53 | 6.80 | 20.58 | 10.99 | 11.56 | 10.97 | 12.97 | 11.62 | 23.67 |
| Gd | 106.40 | 24.73 | 130.57 | 18.15 | 32.86 | 28.65 | 49.34 | 19.57 | 32.27 | 18.06 | 18.31 | 52.62 | 27.20 | 27.15 | 26.48 | 30.40 | 32.42 | 48.38 |
| Tb | 14.76 | 2.16 | 21.90 | 2.34 | 4.84 | 4.43 | 5.70 | 2.43 | 3.86 | 2.54 | 2.40 | 7.67 | 3.39 | 4.05 | 4.36 | 5.03 | 4.53 | 7.19 |

Table 2.9 (continued).

| <i>Analysis</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|-----------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dy | 46.24 | 7.24 | 85.23 | 9.99 | 19.71 | 15.04 | 24.58 | 11.17 | 18.04 | 12.21 | 10.76 | 37.98 | 15.62 | 14.30 | 16.65 | 18.46 | 18.58 | 23.24 |
| Ho | 4.95 | 0.78 | 13.98 | 1.19 | 2.50 | 2.24 | 2.76 | 1.25 | 2.07 | 1.60 | 1.28 | 4.64 | 1.81 | 2.29 | 2.82 | 3.15 | 2.38 | 3.21 |
| Er | 7.81 | 1.75 | 31.55 | 2.88 | 5.85 | 4.41 | 7.41 | 3.19 | 5.73 | 4.27 | 3.53 | 13.70 | 4.97 | 4.99 | 6.33 | 7.21 | 5.75 | 6.10 |
| Tm | 0.86 | 0.17 | 4.11 | 0.36 | 0.62 | 0.55 | 1.01 | 0.41 | 0.82 | 0.63 | 0.46 | 2.12 | 0.70 | 0.66 | 0.85 | 0.98 | 0.60 | 0.70 |
| Yb | 4.30 | 0.89 | 21.96 | 1.75 | 2.94 | 2.87 | 4.85 | 2.24 | 4.28 | 3.33 | 2.47 | 11.14 | 3.72 | 3.49 | 4.76 | 5.33 | 3.21 | 3.71 |
| Lu | 0.40 | 0.09 | 2.90 | 0.26 | 0.33 | 0.36 | 0.73 | 0.29 | 0.63 | 0.50 | 0.35 | 1.71 | 0.52 | 0.48 | 0.69 | 0.73 | 0.38 | 0.46 |
| Hf | 8.80 | 2.33 | 146.50 | 15.76 | 17.70 | 6.60 | 33.23 | 55.21 | 44.64 | 20.72 | 18.27 | 106.23 | 45.70 | 9.00 | 30.30 | 42.60 | 11.80 | 14.50 |
| Ta | 80.50 | 22.96 | 4.90 | 4.34 | 12.80 | 17.00 | 12.98 | 12.06 | 10.34 | 10.15 | 7.01 | 10.67 | 8.66 | 1.50 | 11.40 | 8.20 | 7.00 | 24.60 |
| Th | 144.70 | 72.94 | 26.10 | 4.83 | 8.20 | 38.50 | 25.89 | 5.67 | 9.73 | 9.74 | 7.78 | 10.52 | 8.73 | 19.90 | 10.70 | 12.20 | 9.70 | 76.00 |
| U | 22.40 | 3.55 | 15.10 | 2.78 | 9.20 | 2.80 | 11.91 | 1.92 | 7.37 | 6.62 | 2.75 | 8.73 | 2.27 | 2.00 | 2.30 | 3.00 | 5.80 | 11.90 |

Rock types: 1 olivine-rich bebedourite, 2 olivine-bearing bebedourite, 3-6 perovskite bebedourite, 7-9 titanite bebedourite, 10-12 melanite bebedourite, 13-15 titanite-melanite-bebedourite, 16-18 perovskite-titanite-melanite bebedourite. Analyses 1, 3, 5, 6, 14-18 are from Acme Analytical Laboratories and analyses 2, 4, 7-13 are from the Geochemistry Laboratory (University of Brasilia, Brazil).

TiO₂ content correlates both with the type and modal proportion of Ti-bearing mineral present in the rock. Rocks where perovskite is the only Ca-Ti mineral have the highest TiO₂ contents: up to 21.97 wt. % (averaging 14.6 wt. %) in olivine-bearing bebedourites and up to 9.61 wt. % (averaging 6.05 wt. %) in the olivine-free perovskite bebedourites. Melanite- and titanite-bearing rocks have TiO₂ contents up to 6.49 wt. %, averaging 5.1 wt. %.

SiO₂ content is widely variable, from 16 to 38 wt. %, but the rocks with the highest SiO₂ are those which contain titanite and melanite (average 33.2 wt. % SiO₂), rather than those with perovskite (average 27.9 wt. % SiO₂).

Al₂O₃ and K₂O are strongly controlled by the modal content of phlogopite, which in turn increases with differentiation. Therefore, these oxides are lowest in the perovskite-bearing rocks (average 1.6 wt. % Al₂O₃, 1.53 wt. % K₂O, 20 vol. % phlogopite), increasing in the titanite- and melanite-bearing rocks (average 3.88 wt. % Al₂O₃, 3.82 wt. % K₂O, 38.20 vol. % phlogopite).

MgO is strongly controlled by olivine, averaging 21.1 wt. % in olivine-bearing and 10.4 wt. % in olivine-free rocks.

CaO and particularly P₂O₅ are mostly correlated with apatite abundance. In olivine-bearing rocks, which are generally apatite-poor, CaO averages 11.4 wt. % and P₂O₅ 0.14 wt. %, whereas in the more evolved rocks CaO averages 28.2 wt. % and P₂O₅ averages 5.0 wt. %.

Fe₂O₃ is variable, but tends to decrease with differentiation, averaging 20.8 wt. % in olivine-bearing rocks, and 16.0 wt. % in the other bebedourites.

2.6.2 TRACE ELEMENTS

Trace element contents of Salitre bebedourites may be widely variable. For instance, Rb ranges from 6.7 to 201.5 ppm, Y varies from 20.7 to 458.7 ppm, Nb from 153.5 to 1170.7 ppm, and Ba from 159.2 to 2194.4 ppm.

Trace elements also highlight some important differences between olivine-bearing and olivine-lacking rocks. Olivine-rich bebedourites contain significant amounts of Cr (up to 1122 ppm) and Ni (up to 1291 ppm), suggesting that they derive from a relatively unevolved magma. They also show lower Sr (up to 1274 ppm), Zr (up to 248 ppm), and Hf (up to 8.8 ppm), and higher Ta (up to 80.5 ppm) and Th (up to 102.9 ppm).

Olivine-lacking bebedourites usually have Cr below 100 ppm (one perovskite bebedourite has ca. 200 ppm Cr) and Ni below 115 ppm, which suggests that they derive from a relatively evolved magma. They also have substantially higher Sr (average 1461.1 ppm) Zr (average 1135.8 ppm), and Hf (up to 100 ppm, average 37.8 ppm).

Figure 2.16 shows average patterns for the different types of Salitre bebedourites in chondrite-normalized trace-element diagrams. The olivine-bearing bebedourites show a distinct behaviour when compared with the other bebedourites, particularly with respect to higher Ta, La, Ce, Nd, Sm, and Ti, and lower P, Zr, and Hf. They also show a positive slope for the Nb/Ta ratio and a negative slope for the Zr/Hf ratio, whereas the other bebedourite types show the opposite behaviour. Olivine-bearing bebedourites are also the ones who contain the highest modal perovskite and many of the particular features in the normalized trace-element patterns of these rocks may be explained by perovskite accumulation. An ICP-MS analyses of a perovskite concentrate from the Tapira complex (Brod, 1999) is plotted in figure 16 for comparison. It is obvious that the most distinguishing features of the Salitre olivine-bearing bebedourites coincide with the perovskite pattern, thus suggesting that these features are indeed the result of perovskite accumulation.

Morbidelli *et al.* (1997), pointed out that, except for the syenites, their analysed rocks from Salitre have trace-element patterns that coincide either with perovskite or with phlogopite. The syenites analysed by them are less enriched than the other rocks, and have positive Rb, K, La, and Zr, and negative Nb, Nd, and Sm spikes.

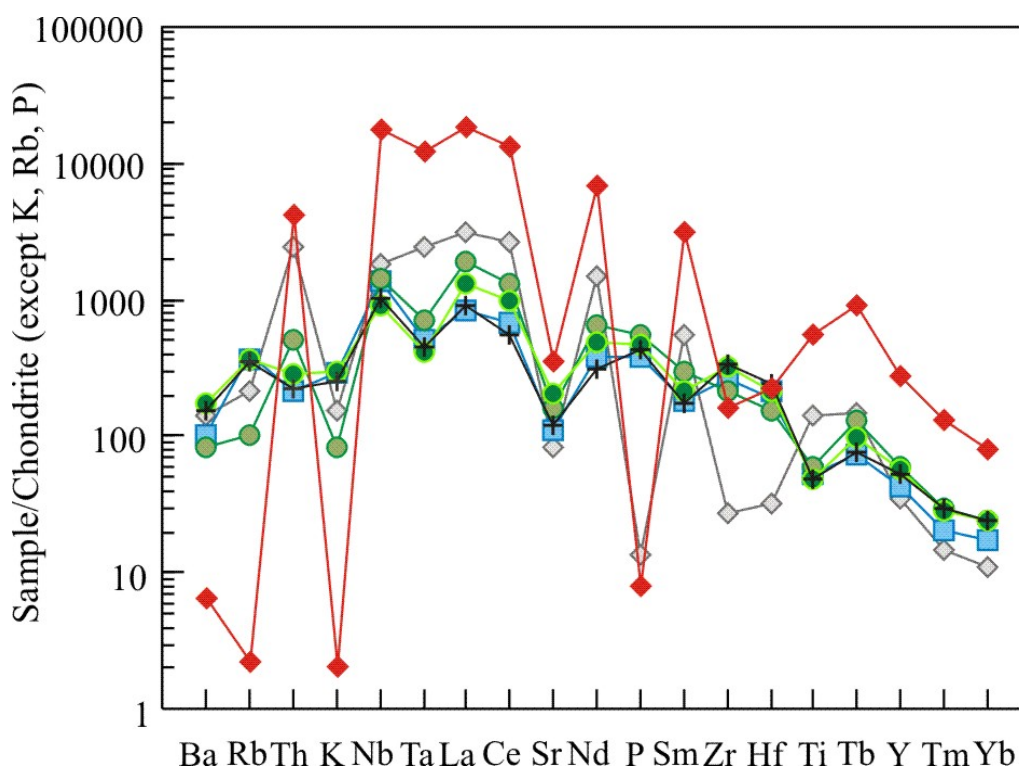


Figure 2.16 – Chondrite-normalized (except K, Rb, P, according to Thompson *et al.*, 1984) trace-element diagrams for average bebedourite types from the Salitre Complex. All analysed types have similar behaviour, except for olivine perovskite-rich bebedourites, which are strongly affected by perovskite accumulation. An ICP-MS analysis of perovskite from the Tapira Complex (Brod, 1999) is plotted for comparison (red line with diamonds). Crosses = melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.9.

2.6.3 RARE EARTH ELEMENTS

Average REE patterns for the various types of Salitre Bebedourites are shown in Fig. 2.17. REE patterns are similar among different bebedourite types, with Ce_N/Yb_N in the range 40-93, except for olivine- and perovskite-rich samples, which show a strongly fractionated pattern ($Ce_N/Yb_N = 240$), probably a mineralogical effect of perovskite accumulation. Melanite bebedourites have the least fractionated REE ($Ce_N/Yb_N = 26$).

The Salitre samples studied by Morbidelli *et al.* (1997) are consistent with the range observed here, with Ce_N/Yb_N varying from 39 in pyroxenites to 370 in dunites and perovskitites. Syenites show less LREE/HREE enrichment, with $Ce_N/Yb_N = 26$.

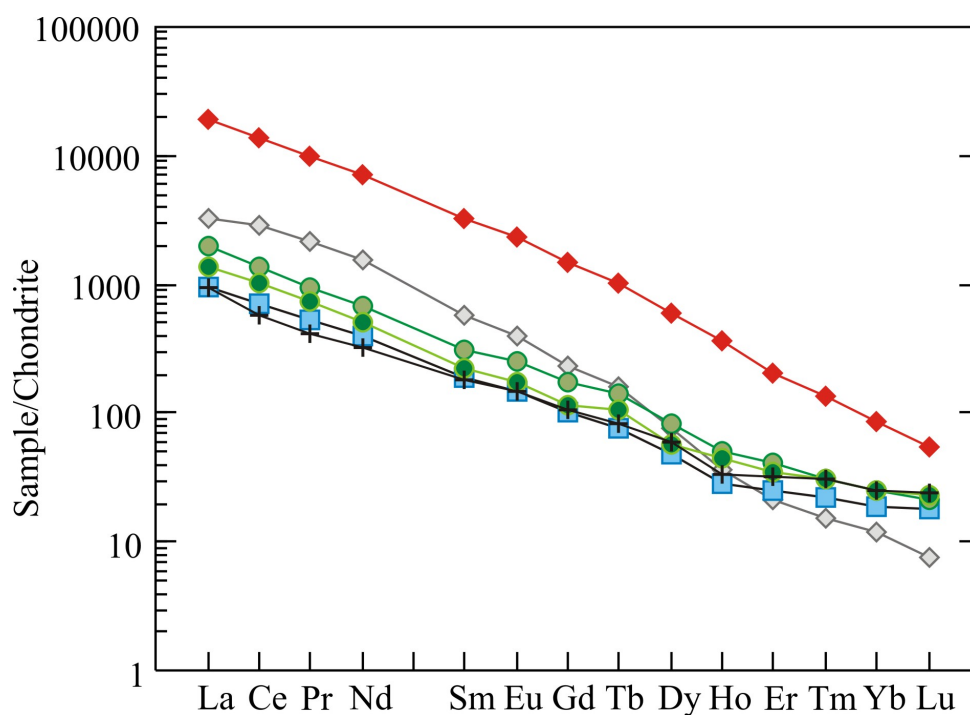


Figure 2.17 – Chondrite-normalized (Boynton, 1984) rare-earth element diagrams for average bebedourite types from the Salitre Complex. Olivine- and perovskite-rich bebedourites show the strongest LREE/HREE fractionation, followed by olivine-free bebedourites. Note that melanite bebedourites (B2) are slightly less fractionated than the other Ca-Ti-silicate-bearing rocks. An ICP-MS analysis of perovskite from the Tapira Complex (Brod, 1999) is plotted for comparison (red line with diamonds). Crosses = melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.9.

2.7 SR AND ND ISOTOPES

Sample preparation for Sm-Nd analyses was carried out according to Gioia and Pimentel (2000). Whole-rock powder was mixed with a ^{149}Sm - ^{150}Nd spike and dissolved in HF-HNO₃ in closed savilex vials. Sm and Nd were extracted in LN-Spec ion exchange columns. Samples for Sr isotope analyses were dissolved in the same way as Sm-Nd. Sr was separated in Bio-Rad AG 50W-X8 200-400 mesh ion exchange columns. Analyses were carried out in a Finnigan MAT-262 mass spectrometer at the Geochronology Laboratory, University of Brasilia. 7 selected samples of Salitre bebedourites were analysed, the results are listed in table 2.10. Initial isotope ratios, ϵ Nd(T), and ϵ Sr(T) were calculated for a 86.3 Ma age (Sonoki and Garda, 1988).

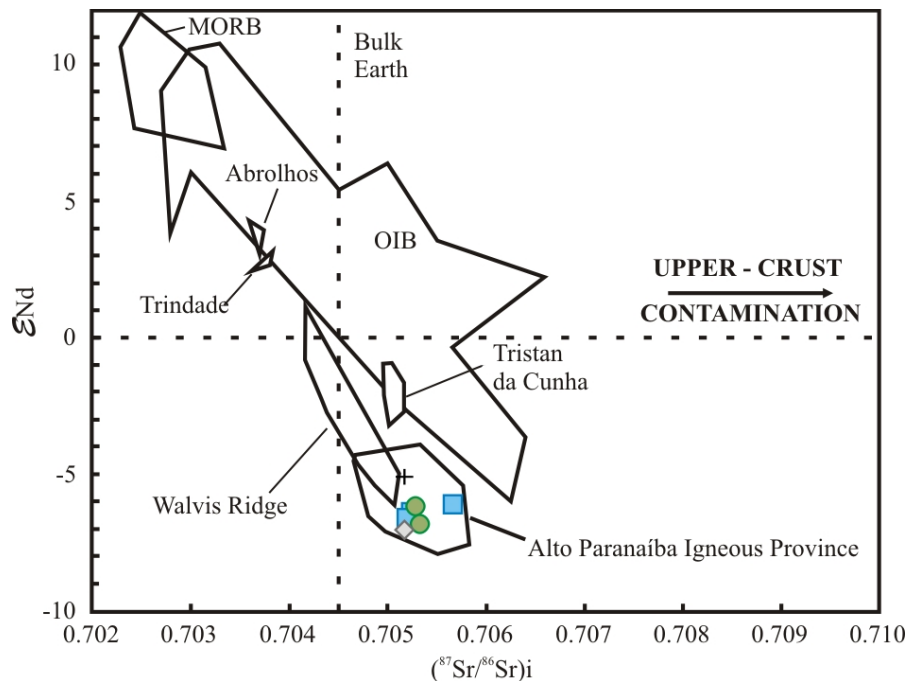
In a Nd-Sr diagram (Fig. 2.18) the analysed bebedourites plot in the enriched mantle quadrant, indicating a metasomatised lithospheric mantle source for the Salitre magmas. The isotopic composition of the Salitre bebedourites is consistent with other alkaline rocks of the Alto

Paranaíba Igneous Province, reported by Gibson *et al.* (1995a), who interpreted the APIP magmas as generated within readily fusible portions of the Brazilian sub-continental lithospheric mantle, in response to the impact of the Trindade mantle plume under Central Brazil, during the Late Cretaceous.

Table 2.10 – Sr- and Nd-isotope data for the Salitre bebedourites.

| Sample | B1a | B1b | B1b | B2 | B2b | B2b | B2b |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Sm (ppm) | 46.15 | 38.80 | 24.28 | 23.00 | 38.53 | 27.08 | 42.76 |
| Nd (ppm) | 387.53 | 241.50 | 152.93 | 115.52 | 241.48 | 159.93 | 285.06 |
| $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ | 0.0729 | 0.1058 | 0.1026 | 0.1325 | 0.1101 | 0.1045 | 0.0971 |
| $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ | 0.512215 (6) | 0.512245 (8) | 0.512274 (6) | 0.512347 (13) | 0.512283 (9) | 0.512266 (8) | 0.512250 (9) |
| $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i$ | 0.512174 | 0.512185 | 0.512216 | 0.512272 | 0.512221 | 0.512207 | 0.512195 |
| $\epsilon \text{ Nd}(0)$ | -8.25 | -7.67 | -7.10 | -5.68 | -6.92 | -7.26 | -7.57 |
| $\epsilon \text{ Nd}(T)$ | -6.89 | -6.67 | -6.07 | -4.97 | -5.97 | -6.24 | -6.47 |
| TDM (Ga) | 0.90 | 1.13 | 1.06 | 1.30 | 1.12 | 1.09 | 1.04 |
| $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ | 0.2835 | 0.0365 | 0.0653 | 0.3719 | 0.3874 | 0.2580 | 0.1589 |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | 0.7055 (3) | 0.7054 (2) | 0.7054 (2) | 0.7056 (2) | 0.7061 (8) | 0.7055 (3) | 0.7054 (2) |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sri}$ | 0.70515 | 0.70532 | 0.70527 | 0.70513 | 0.70563 | 0.70522 | 0.70519 |
| $\epsilon \text{ Sr}(0)$ | 14.19 | 12.21 | 12.07 | 15.47 | 22.85 | 14.76 | 12.49 |
| $\epsilon \text{ Sr}(T)$ | 10.71 | 13.01 | 12.37 | 10.46 | 17.57 | 11.72 | 11.17 |

Figures within parenthesis are ± 2 SE.



*Figure 2.18 – Sr- and Nd-isotope composition of Salitre bebedourites, which are consistent with other APIP rocks. Melanite bebedourites (cross) are less evolved than the other bebedourites. Symbols as in Fig. 2.9. Fields from Gibson *et al.* (1995a).*

Figure 2.18 shows that the Salitre I bebedourites have a relatively narrow ϵNd and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$ range, consistent with the rest of the APIP. The analysed B2 melanite bebedourite shows a distinctively higher ϵNd (-4.97), suggesting that it originated from a relatively less radiogenic source. This is in good agreement with the mineral chemistry evidence discussed earlier in this paper.

In terms of the initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio, the samples define a trend of slightly increasing radiogenic compositions with magma evolution, although with a strong overlap. One B2b sample containing both titanite and melanite yielded a slightly higher Sr-isotope ratio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i = 0.70564$), which could be related to a crustal assimilation event. In order to test this hypothesis, Fig. 2.19 plots the initial Sr-isotope ratio against SiO_2 . The diagram shows that among the B2b rocks there is a positive correlation indicating that some degree of crustal contamination may be involved in the petrogenesis of this unit. The remainder of the analyses, however, does not follow a contamination trend.

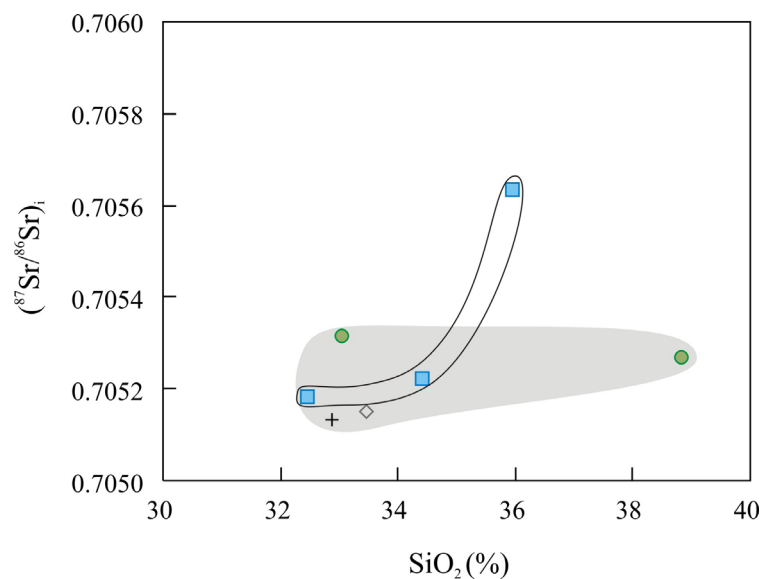


Figure 2.19 – Sr-isotope initial ratio vs. SiO_2 (wt. %) for the Salitre bebedourites, showing some evidence of crustal assimilation for the titanite and titanite melanite bebedourites (solid line), whereas the other bebedourites evolve along a contamination-free trend (gray field). Crosses = melanite bebedourites, other symbols as in Fig. 2.9.

2.8 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Bebedourites are a major rock-type in alkaline-carbonatite-phoscorite complexes of the kamafugite-carbonatite association in the Alto Paranaíba Igneous Province. They are present in all the APIP complexes, although in some places (e.g. Catalão I and Araxá) they have been extensively converted to phlogopitite by carbonatitic metasomatism. They occur mostly as cumulates, are characterized by widely variable modal amounts of the major phases pyroxene, perovskite, phlogopite, apatite and magnetite, and may contain olivine and Ca-Ti silicates such as melanite and titanite. K-feldspar has been reported as a minor constituent in evolved bebedourites from the Tapira complex (Brod, 1999). Other characteristic features are low Ni and Cr contents, and the lack of Cr-rich spinels, plagioclase, and nepheline or other feldspathoids. Thus, the peculiar composition of bebedourites does not fit any of the established igneous rock classification schemes.

In some cases, bebedourites may contain primary concentrations of minerals of economic interest. These rocks are the primary source for the phosphate and titanium ores occurring in the lateritic cover of the Tapira alkaline complex (Brod *et al.*, 2004), and for the Ti deposits in the lateritic cover of the Tapira (Brod, 1999) and Catalão I (Ribeiro, 2008) complexes.

Bebedourites may have been overlooked or misclassified as pyroxenites in alkaline-carbonatite complexes elsewhere, particularly those of potassic affiliation. For instance, pyroxenites from the Phalaborwa complex in South Africa (Eriksson, 1989) bear remarkable petrographic similarities with the APIP bebedourites, particularly the more evolved (perovskite-free, K-feldspar-bearing). Kamafugitic pyroclastics of the Mata da Corda Group, in the APIP, contain “pyroxenite” nodules that closely resemble bebedourites, both petrographically and chemically (Seer and Moraes, 1988, Marchão *et al.*, 2008).

The Salitre I complex appears to be composed of at least two bebedouritic intrusions: the northern part of the complex is dominated by a sequence of cumulates, starting with olivine-perovskite-bearing rocks, followed by olivine-free perovskite bebedourites; the southern part of the complex forms an independent intrusion, where melanite is the main Ca-Ti mineral, with some dykes cutting B1 unit showing a progressive substitution of perovskite by titanite and, at the latest stages, melanite.

Fractional crystallization can explain the evolution of most bebedourites in the northern part of the Salitre complex, given by progression of olivine-perovskite bearing bebedourites (B1a) through olivine-free perovskite bebedourites (B1b) on the top of the sequence.

On the other hand, bebedourites where melanite is the main Ca-Ti phase (B2) seem to result from an independent intrusion (southern part of the Salitre I complex) of more siliceous but less contaminated magma, consistent with the mineral chemistry data and with the lesser degree of REE fractionation. Locally, where B2 dykes cut the B1 unit, Ca-Ti minerals variations can occur, such as the presence of titanite and melanite surrounding perovskite (B2a and B2b). Given the fact that perovskite is absent in samples from the main B2 intrusion, it is possible that the perovskite in the dykes is xenocrystic, picked up from the B1 country rock and unstable within the more siliceous B2 magma. Alternatively, very small amounts of perovskite might have crystallized early from B2 and quickly reacted with the residual magma. Some minor crustal assimilation might have played a role in the increase in SiO₂ activity but, as suggested by the variations in Sr initial isotope ratios, this seems to be restricted to the most evolved rocks.

The chemical and isotopic characteristic of the Salitre silicate magmas, as well as the remainder of the APIP, are consistent with an origin by partial melting within a metasomatized subcontinental lithospheric mantle, heated by the impact of the Trindade Mantle Plume during the Late Cretaceous as suggested by Gibson *et al.* (1995).

2.9 ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the CNPq – Brazilian Council for Research and Development for a Ph.D. grant to E.S.R.B, research grants to J.A.B., T.C.J.B., and E.L.D., and financial support for the project. The University of Brasilia is thanked for access to analytical facilities, and Fosfertil S/A, for access and permission to sample the Salitre I drill cores. Professor Silvio Vlach and University of São Paulo are thanked for the assistance with additional microprobe analyses. Professors Claudinei Gouveia de Oliveira, Cesar Fonseca Ferreira Filho, and Nilson Francisquini Botelho at the University of Brasilia reviewed and helped to substantially improve an earlier version of this manuscript.

2.10 REFERENCES

Almeida, F.F.M., 1983. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Revista Brasileira de Geociências* 13: 139-158.

Araújo, D.P., 1996. Metassomatismo no complexo carbonatítico Catalão-I: implicações para a composição do magma carbonatítico e para o metasomatismo carbonatítico no manto superior. Msc. Thesis, University of Brasília, Brazil.

Araújo, A.L.N., Carlson, R.W., Gaspar, J.C., Bizzi, L.A., 2001. Petrology of kamafugites and kimberlites from the Alto Paranaíba Alkaline Province, Minas Gerais, Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 142: 163-177.

Barbosa, E.S.R., Brod, J.A., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Ribeiro, C.C., Boaventura, G.R., 2004. Petrografia e geoquímica de carbonatitos do Complexo de Salitre, MG. 42 Congresso Brasileiro de Geologia. Araxá, Brazil.

Berbert, C.O., 1984. Carbonatites and associated Mineral Deposits in Brazil. *Geological Survey of Japan Rep.* 263: 269-290.

Bizzi, L.A., De Wit, M.J., Smith, C.B., McDonald, I., Armstrong, R.A., 1995. Heterogeneous enriched mantle materials and Dupal-type magmatism along the SW margin of the São Francisco Craton, Brazil. *Journal of Geodynamics* 20: 469-491.

Boynton, W.V., 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: P. Henderson (Editor), *Rare Earth Element Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, pp. 63–114.

Brigatti, M.F., Medici, L., Saccani, E., Vaccaro, C., 1996. Crystal chemistry and petrology significance of Fe³⁺-rich phlogopite from the Tapira carbonatite complex, Brazil. *American Mineralogist* 81: 913-927.

Brod, J.A., 1999. Petrology and geochemistry of the Tapira alkaline complex, Minas Gerais State, Brazil. PhD Thesis, University of Durham, UK.

Brod, J.A., Gibson, S.A., Thompson, R.N., Junqueira-Brod, T.C., Seer, H.J., Moraes, L.C., Boaventura, G.R., 2000. Kamafugite affinity of the Tapira alkaline-carbonatite complex (Minas Gerais, Brazil). *Revista Brasileira de Geociências* 30: 404-408.

Brod, J.A., Gaspar, J.C., Araújo, D.P., Gibson, S.A., Thompson, R.N., Junqueira-Brod, T.C., 2001. Phlogopite and tetra-ferriphlogopite from Brazilian carbonatite complexes: petrogenetic constraints and implications for mineral-chemistry systematics. *Journal of Asian Earth Sciences* 19: 265-296.

Brod, J.A., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Gibson, S.A., Thompson, R.N., 2003. Ti-rich and Ti-poor garnet from the Tapira Carbonatite complex, SE Brazil: Fingerprinting fractional crystallisation and liquid immiscibility. 8th International Kimberlite Conference, Victoria, Canada, pp. 1-5 (CD-ROM - FLA0339).

Brod, J.A., Ribeiro, C.C., Gaspar, J.C., Junqueira-Brod, T.C., Barbosa, E.S.R., Riffel, B.F., Silva, J.F., Chaban, N., Ferrari, A.J.D., 2004. Field Excursion 1: Geologia e Mineralizações dos Complexos Alcalino-Carbonatíticos da Província Ígnea do Alto Paranaíba. 42 Congresso Brasileiro de Geologia. Araxá, Brazil.

Brod, J.A., Gaspar, J.C., Diniz-Pinto, H.S., Junqueira-Brod, T. C., 2005. Spinel Chemistry and petrogenetic processes in the Tapira Alkaline-Carbonatite complex, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 35: 23-32.

Carlson, R.W., Esperança, S., Svisero, D.P., 1996. Chemical and Os isotopic study of Cretaceous potassic rocks from Southern Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 125: 393-405.

Carlson, R.W., Araújo, A.L.N., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Petrinovic, I.A., Holanda, M.H.B.M., Pimentel, M.M., Sichel, S., 2007. Chemical and isotopic relationships between peridotite xenoliths and mafic-ultrapotassic rocks from Southern Brazil. *Chemical Geology* 242: 415-434.

Comin-Chiaramonti, P., Gomes, C.B. (Editors), 1996. Alkaline magmatism in Central-Eastern Paraguay. In: Relationships with coeval magmatism in Brazil. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil.

Comin-Chiaramonti, P., Cundari, A., Piccirillo, E.M., Gomes, C.B., Castorina, F., Censi, P., DeMin, A., Marzoli, A., Speziale, S., Velazquez, V.F., 1997. Potassic and sodic igneous rocks from eastern Paraguay: Their origin from the lithospheric mantle and genetic relationships with the associated Paraná flood tholeiites. *Journal of Petrology* 38: 495-528.

Comin-Chiaramonti, P., Gomes, C. B. (Editors), 2005. Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil, 751 pp.

Comin-Chiaramonti, P., Gomes, C.B., Marques, L.S., Censi, P., Ruberti, E., Antonini, P., 2005. Carbonatites from southeastern Brazil: geochemistry, O-C, Sr-Nd-Pb isotopes and relationships with the magmatism from the Paraná-Angola-Namibia Province. In: P. Comin-Chiaramonti, C.B. Gomes (Editors), Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil, pp. 657-688.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Dantas, E.L., Barbosa, E.S.R., 2009a. Mineral chemistry and petrology of the primary Niobium ore from the Catalão I carbonatite-phoscorite complex, Central Brazil. Submetido a *Journal of Petrology*.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Gaspar, J.C., Barbosa, E.S.R., Santos, R.V., Assis, L.C., Palmieri, M., 2009b. Pyrochlore chemistry from the primary Niobium deposit of the Catalão I carbonatite-phoscorite complex, Brazil. Submetido a *Economic Geology*.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Santos, R.V., 2009c. Stable O and C isotopes, and carbonate chemistry in phoscorites and Nb-rich nelsonites from the Catalão I carbonatite complex, central Brazil: implications for phosphate-iron-oxide magmas. Submetido a Contributions to Mineralogy and Petrology.

Costa, G.V., 2008. Química mineral e geotermobarometria de xenólitos mantélicos do kimberlito Canastra 01. Msc. Thesis, University of Brasília, Brazil.

Danni, J.C.M., Baecker, M.L., Ribeiro, C.C., 1991. The geology of the Catalão I carbonatite complex. 5th International Kimberlite Conference. CPRM, Araxá, Brazil, pp. 25-30.

Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 1992. An introduction to rock-forming minerals. Longman, Essex, 696 pp.

Dingwell, D.B., Brearley, M., 1985. Mineral chemistry of igneous melanite garnets from analcite-bearing volcanic rocks, Alberta, Canada. Contributions to Mineralogy and Petrology 90: 29-35.

Eriksson, S.C., 1989. Phalaborwa: A saga of magmatism, metassomatism and miscibility. In: K. Bell (Editor) Carbonatites: genesis and evolution. Unwin Hyman, London, pp. 221-254.

Flohr, M.J.K., Ross, M., 1990. Alkaline igneous rocks of Magnet Cove, Arkansas: Mineralogy and geochemistry of syenites. Lithos 26: 67-98.

Fontana, J., 2006. Phoscorite-carbonatite pipe complexes – a promising new Platinum Group Element target in Brazil. Platinum Metals Review 50(3): 134-142.

Gaspar, J.C., Danni, J.C.M., 1981. Aspectos petrográficos e vulcanológicos da província alcalina-carbonatítica de Santo Antônio da Barra, sudoeste de Goiás. Revista Brasileira de Geociências 11(2): 74–83.

Gibson, S.A., Thompson, R.N., Leonardos, O.H., Dickin, A.P., Mitchell, J.G., 1995a. The Late Cretaceous impact of the Trindade mantle plume - evidence from large-volume, mafic, potassic magmatism in SE Brazil. Journal of Petrology 36: 189-229.

Gibson, S.A., Thompson, R.N., Dickin, A.P., Leonardos, O.H., 1995b. High-Ti and low-Ti mafic potassic magmas: Key to plume-lithosphere interactions and continental flood-basalt genesis. Earth and Planetary Science Letters 136: 149-165.

Gibson, S.A., Thompson, R.N., Weska, R.K., Dickin, A.P., Leonardos, O.H., 1997. Late Cretaceous rift-related upwelling and melting of the Trindade starting mantle plume head beneath western Brazil. Contributions to Mineralogy and Petrology 126: 303-314.

- Gioia, S.M., Pimentel, M.M., 2000. A metodologia Sm-Nd no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72: 219-245.
- Grasso, C.B., Ribeiro, C.C., Brod, J. A., Gaspar, J.C., 2006. Mapeamento Geológico de detalhe (1:2000) das frentes de lavra da mina da Fosfertil Fertilizantes Fosfatados S.A. 43 Congresso Brasileiro de Geologia. Aracaju, Brazil, pp. 1-6 (CD-ROM).
- Gravina, E.G., Brod, J.A., Gaspar, J.C., Fernandes, N.G., 2005. Uso de elementos menores em perovskita como indicadores de proveniência de sedimentos detríticos - implicações para a discriminação de rochas ultrapotássicas em províncias alcalinas. I Simpósio Brasileiro de Metalogenia, Gramado, Brazil, pp. 1-4 (CD-ROM).
- Gomes, C.B., Ruberti, E., Morbidelli, L., 1990. Carbonatite complexes from Brazil: a review. *Journal of South American Earth Sciences* 3: 51-63.
- Gonzaga, G.M., Tompkins, L.A., 1991. Geologia do diamante. In: Principais depósitos minerais do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM 4a, pp. 42-58.
- Haggerty, S.E., Mariano, A.N., 1983. Strontian-loparite and strontio-chevkinite: two new minerals in reomorphic fenites from the Paraná Basin carbonatites, South America. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 84: 365-381.
- Herz, N., 1977. Timing of spreading in the South Atlantic: information from Brazilian alkalic rocks. *Geological Society of America Bulletin* 88: 101-112.
- Hogarth, D.D., Hartree, J.L., Solberg, T.N., 1985. Rare-element minerals in four carbonatites near Gatineau, Quebec. *American Mineralogist* 70: 1135-1142.
- Hogarth, D.D., 1989. Pyrochlore, apatite and amphibole: distinctive minerals in carbonatite. In: K. Bell (Editor). *Carbonatites: genesis and evolution*. Unwin Hyman, London, pp. 105-148.
- Huggins, F.E., Virgo, D., Huckenholz, H.G., 1977. Titanium containing silicate garnets: II. The crystal chemistry of melanites and schorlomites. *American Mineralogist* 62: 646– 665.
- Junqueira-Brod, T.C., 1998. Cretaceous alkaline igneous rocks from the Águas Emendadas region, Goiás, Central Brazil. MSc. Thesis, University of Durham, UK.
- Junqueira-Brod, T.C., Brod, J.A., Gibson, S.A., Thompson, R.N., 2000. Mineral chemistry of kamafugites and related rocks from Águas Emendadas region, Goiás state. *Revista Brasileira de Geociências* 30: 403-407.

Junqueira-Brod, T.C., Roig, H.L., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Meneses, P.R., 2002. A Província Alcalina de Goiás e a extensão de seu vulcanismo kamafugítico. *Revista Brasileira de Geociências* 32: 559-566.

Junqueira-Brod, T.C., Brod, J.A., Gaspar, J.C., Jost, H., 2004. Kamafugitic diatremes: facies characterisation and genesis - examples from the Goiás Alkaline Province, Brazil. *Lithos* 76: 261-282.

Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Kafino, C.V., 2005a. Kamafugitic diatremes: their textures and field relationships with examples from the Goiás Alkaline Province, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 18: 337-353.

Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Jost, H., Barbosa, E.S.R., Kafino, C.V., 2005b. Emplacement of Kamafugite Lavas from the Goiás Alkaline Province, Brazil: Constraints from whole-rock simulations. *Journal of South American Earth Sciences* 18: 323-335.

Kasputin, Y.L., 1980. *Mineralogy of carbonatites*. Amerind Publishing, New Delhi.

Keep, M., Russell, J. K., 1992. Mesozoic alkaline rocks of the Averill plutonic complex. *Canadian Journal of Earth Sciences* 29: 2508-2520.

Krasnova, N.I., Petrov, T.G., Balaganskaya, E.G., Garcia, D., Moutte, D., Zaitsev, A.N., Wall, F., 2004. Introduction to phoscorites: occurrence, composition, nomenclature and petrogenesis. In: F. Wall, A.N. Zaitsev (Editors). *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province*. Mineralogical Society, London, pp. 45-79.

Lanyon, R., Le Roex, A.P., 1995. Petrology of the alkaline and ultramafic lamprophyres associated with the Okenyenya igneous complex, northwestern Namibia. *South African Tydskr. Geology* 98: 140-156.

Lee, M.J., Garcia, D., Moutte, J., Lee, J.I., 2003. Phlogopite and tetraferriphlogopite from phoscorite and carbonatite associations in the Sokli massif, Northern Finland. *Geosciences Journal* 7: 9-20.

Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R., Zanettin, B., 1989. *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms*. Blackwell, Oxford, UK, 193p.

Le Maitre, R.W., 2002. *Igneous Rocks: a Classification and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Le Roex, A.P., Lanyon, R., 1998. Isotope and trace element geochemistry of Cretaceous Damaraland lamprophyres and carbonatites, Northwestern Namibia: evidence for plume-lithosphere interactions. *Journal of Petrology* 39: 1177-1146.

Lloyd, F.E., Bailey, D.K., 1991. Complex mineral textures in bebedourite: possible links with alkali clinopyroxenite xenoliths and kamafugitic volcanism. 5th International Kimberlite Conference. CPRM, Araxá, Brazil, pp. 263-269.

Marchão, M.O., Barbosa, E.S.R., Brod, J.A., Seer, H.J., Moraes, L.C., Junqueira-Brod, T.C., Gomide, C.S., 2008. Geoquímica de xenólitos de piroxenito (bebedourito) em depósitos piroclásticos do Grupo Mata da Corda: implicações para a associação kamafugito-carbonatito-foscorito na Província Ígnea do Alto Paranaíba. IV Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados. Foz do Iguaçu, Brazil, (CD-ROM).

Mariano, A.N., Marchetto M., 1991. Serra Negra and Salitre carbonatite alkaline igneous complex. 5th International Kimberlite Conference. CPRM, Araxá, Brazil, pp. 75-79.

Melo, M.V.L.C., 1999. Química dos minerais das rochas do Complexo Carbonatítico de Catalão II: Implicações Petrogenéticas. MSc Thesis, University of Brasília, Brazil.

Milner, S.C., Le Roex, A.P., O'Connor, J.M., 1995. Age of Mesozoic igneous rocks in northwestern Namibia, and their relationship to continental breakup. *Journal of Geological Society of London* 152: 97-104.

Milner, S.C., Le Roex, A.P., 1996. Isotope characteristics of the Okenyenya igneous complex, northwestern Namibia: constraints on the composition of the early Tristan plume and the origin of the EM1 mantle component. *Earth and Planetary Science Letters* 141: 277-291.

Mitchell, R.H., 2002. Perovskites: Modern and ancient. Almaz Press, Ontario.

Morbidelli, L., Gomes, C.B., Beccaluva, L., Brotzu, P., Conte, A.M., Ruberti, E., Traversa, G., 1995a. Mineralogical, petrological and geochemical aspects of alkaline and alkaline-carbonatite associations from Brazil. *Earth-Science Reviews* 39: 135-168.

Morbidelli, L., Beccaluva, L., Brotzu, P., Conte, A.M., Garbarino, C., Gomes, C.B., Grossi-Sad, J.H., Riffel, B.F., Ruberti, E., Traversa, G., 1995b. Aspectos mineralógicos e petrográficos de rochas ultramáficas e carbonatitos do complexo alcalino de Salitre, GO. 5 Congresso Brasileiro de Geoquímica. SBGq, Niteroi, Brazil (CD-ROM).

Morbidelli, L., Gomes, C.B., Beccaluva, L., Brotzu, P., Garbarino, C., Riffel, B.F., Ruberti, E., Traversa, G., 1997. Parental magma characterization of Salitre cumulate rocks (Alto Paranaíba

Alkaline Province, Brazil) as inferred from mineralogical, petrographic, and geochemical data. *International Geology Review* 39: 723-743.

Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G., 1988. Nomenclature of pyroxenes. Subcommittee on Pyroxenes. *American Mineralogist* 73: 1123–1133.

Oliveira, I.W.B., Sachs, L.L.B., Silva, V.A., Batista, I.H., 2004. Folha SE.23-Belo Horizonte. In: C. Schobbenhaus, J.H. Gonçalves, J.O.S. Santos, M.B. Abram, R. Leão Neto, G.M.M. Matos, R.M. Vidotti, M.A.B. Ramos, J.D.A. Jesus (Editors). Carta geológica do Brasil ao millionésimo: Sistema de Informações Geográficas – SIG e 46 folhas na escala 1: 1.000.000. Brasília: CPRM. 41 CD-ROM Pack.

Palmieri, M., Ferrari, A.J.D., Brod, J.A., Barbosa, P.A.R., 2006. Geologia da mina de fosfato da Copebrás no Complexo Fosforítico-Carbonatítico de Catalão I. In: 43 Congresso Brasileiro de Geologia. Sociedade Brasileira de Geologia, Aracaju, Brazil (CD-ROM).

Platt, R.G., Mitchell, R.H., 1979. The Marathon dikes. I: Zirconium-rich titanian garnets and manganoan magnesian ulvospinel-magnetite spinels. *American Mineralogist* 64: 546-550.

Prins, P., 1973. Apatite from African carbonatites. *Lithos* 6: 133-144.

Ribeiro, C.C., Brod, J.A., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Petrinovic, I.A., 2005. Mineralogical and field aspects of magma-fragmentation deposits in a carbonate-phosphate magma chamber: evidence from the Catalão I Complex, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 18: 355-369.

Ribeiro, C.C., 2008. Geologia, geometalurgia, controles e gênese dos depósitos de fósforo, terras raras e titânio do Complexo Carbonatítico de Catalão I, GO. PhD Thesis, University of Brasília, Brazil.

Seer, H.J., Moraes, L.C., 1988. Estudo petrográfico das rochas ígneas alcalinas da região de Lagoa Formosa, MG. *Revista Brasileira de Geociências* 18: 134-140.

Seer, H.J., Moraes, L.C.M., Fogaça A.C.C., 1989. Roteiro geológico para a região de Lagoa Formosa-Chumbo-Carmo do Paranaíba, MG. Sociedade Brasileira de Geologia, Belo Horizonte, Brazil, 58pp.

Sgarbi, P.B.A., Valença, J.G., 1993. Kalsilite in Brazilian kamafugitic rocks. *Mineralogical Magazine* 57: 165-171.

Sgarbi, P.B.A., Valença J.G., 1994. Mineral and rock chemistry of the Mata da Corda kamafugitic rocks (MG State, Brazil). International Symposium on the Physics and Chemistry of the Upper Mantle. CPRM/FAPESP, São Paulo, Brazil.

Sgarbi, P.B.A., Gaspar, J.C., 1995. Perovskites from the Mata da Corda kamafugites, MG, Brazil. 6th International Kimberlite Conference. Novosibirsk, Russia, pp. 498-499.

Sgarbi, P.B.A., Heanman, L.M., Gaspar, J.C., 2004. U–Pb perovskite ages for brazilian kamafugitic rocks: further support for a temporal link to a mantle plume hotspot track. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 715-724.

Sommerauer, J., Katz-Lehnert, K., 1985. A new partial substitution mechanism of $\text{CO}_3^{2-}/\text{CO}_3\text{OH}^{3-}$ and SiO_4^{4-} for the PO_4^{3-} group in hidroxyapatite from the Kaiserstuhl alkaline complex (SW-Germany). *Contributions to Mineralogy and Petrology* 91: 360-368.

Sonoki, I.K., Garda, G.M., 1988. Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil Meridional e Paraguai Oriental: compilação e adaptação as novas constantes de decaimento. *Boletim IG-USP Série Científica* 19: 63-85.

Stoppa, F., Cundari, A., 1995. A new Italian carbonatite occurrence at Cupaello (Rieti) and its genetic significance. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 122: 275-288.

Thompson, R.N., Morrison, M.A., Hendry, G.L., Parry, S.J., 1984. An assessment of the relative roles of crust and mantle in magma genesis: an elemental approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A310*: 549-590.

Thompson, R.N., Gibson, S.A., Mitchell, J.G., Dickin, A.P., Leonardos, O.L., Brod, J.A., Greenwood, J.C., 1998. Migrating Cretaceous-Eocene magmatism in the Serra do Mar alkaline province, SE Brazil: Melts from the deflected Trindade mantle plume? *Journal of Petrology* 39: 1493-1526.

Traversa, G., Gomes, C.B., Brotzu, P., Buraglini, N., Morbidelli, L., Principato, M.S., Ronca, S., Ruberti, E., 2001. Petrography and mineral chemistry of carbonatites and mica-rich rocks from the Araxá complex (Alto Paranaíba Province, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 73: 71-98.

Toyoda, K., Horiuchi, H., Tokonami, M., 1994. Dupal anomaly of Brazilian carbonatites - geochemical correlations with hotspots in the South-Atlantic and implications for the mantle source. *Earth and Planetary Science Letters* 126: 315-331.

Tröger, W.E., 1928. Alkaligesteine aus der Serra do Salitre im westlichen Minas Geraes, Brasilien. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abt A*: 202-204.

Tröger, W.E., 1935. Speziell Petrographie der Eruptivegesteine – Ein nomenklatur-Kompendium. Verlag der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft. Berlin.

Ulbrich, H.H.G.J., Gomes, C.B., 1981. Alkaline rocks from continental Brazil. *Earth-Science Reviews* 17, 135-154.

Ulrych, J., Povondra, P., Pivec, E., Rutsek, J., Sitek, J., 1994. Compositional evolution of metasomatic garnet in melilitic rocks of the Osecna complex, Bohemia. *Canadian Mineralogist* 32: 637-647.

VanDecar, J.C., James, D.E., Assumpção, M., 1995. Seismic evidence for a fossil mantle plume beneath South America and implications for plate driving forces. *Nature* 378: 25-31.

Vuorinen, J.H., Halenius, U., Whitehouse, M.J., Mansfeld, J., Skelton, A.D.L., 2005. Compositional variations (major and trace elements) of clinopyroxene and Ti-andradite from pyroxenite, ijolite and nepheline syenite, Alno Island, Sweden. *Lithos* 81: 55-77.

Woolley, A.R., 1987. *Alkaline Rocks and Carbonatites of the World. Part 1: North and South America.* British Museum/University of Texas Press, London.

Woolley, A.R., Kjarsgaard, B.A., 2008. Paragenetic types of carbonatite as indicated by the diversity and relative abundances of associated silicate rocks: evidence from a global database. *Canadian Mineralogist* 46: 741 - 752.

Yang, Z., Woolley, A.R., 2006. Carbonatites in China: a review. *Journal of Asian Earth Sciences* 27: 559-575.

CAPÍTULO 3

FOSCORITOS DO COMPLEXO DE SALITRE, MG, BRASIL: ORIGEM E IMPLICAÇÕES PETROGENÉTICAS

Elisa Soares Rocha Barbosa^{a,b,c}, José Affonso Brod^{a,b,c}, Pedro Filipe de Oliveira Cordeiro^{b,c}, Tereza Cristina Junqueira-Brod^{a,c}, Roberto Ventura Santos^{b,c}, Elton Luiz Dantas^{b,c}

a- IESA/UFG; b- IG/UnB; c- CNPq

Abstract: The Salitre alkaline-carbonatite-phoscorite complex is part of the Alto Paranaíba Igneous Province, and consists of three separate bodies. Salitre I is a central, kidney-shaped body composed of two coalescing intrusions, one occupies the northern portion, comprising dominantly perovskite bebedourites (B1), with swarms of ring dykes of carbonatites and phoscorites; the other is located in the southern part of Salitre I and contains melanite bebedourites (B2). Salitre II and III are bebedourite-dominated smaller intrusions, respectively to the north and to the south of Salitre I. Two types of phoscorite occur in Salitre I – P1 phoscorites contain essential olivine, phlogopite and apatite, with accessory magnetite and traces of perovskite; P2 phoscorites are composed of the same essential phases, but also contain carbonate-rich pockets, accessory pyrochlore and rare phlogopite. Salitre phoscorites evolve from P1 to P2, with progressive decrease in whole-rock MgO contents, although specific minerals such as olivine, phlogopite and magnetite show increasing MgO contents in that direction. Olivine from Salitre phoscorites is NiO-poor but contains significant amounts of CaO and MnO, both decreasing from P1 to P2. Phlogopite varies along the phlogopite-tetraferriphlogopite by Al depletion from P1 to P2, which is in contrast with the evolution path of phlogopite from Salitre silicate rocks. P1 phlogopite is aluminous and may be Ba-rich, due to the coupled substitution $K+Si = Ba+Al$. P2 phlogopite crystals typically have Al-rich core and Al-poor rim, with a sharp contact between these two domains. Magnetite shows little chemical variation, with higher TiO_2 concentrations in P1, and higher Al_2O_3 in P2. Chemical variation of apatite is minimal, mostly through small amounts of the $Ca+P = Si+ETR$ substitution, which becomes less effective from P1 to P2. Pyrochlore occurs only in the P2 phoscorites, and is rich in UO_2 , Ta_2O_5 , ThO_2 , and FeO. Whole-rock geochemistry shows a MgO decrease from P1 to P2, and a divergent

evolution path between silicate rocks and phoscorites in a MgO x SiO₂ diagram, suggesting that these rocks may relate through a silicate-phosphate liquid immiscibility event. The evolution of the phoscorite magma by crystal fractionation produces a carbonate-rich residue which often grades into carbonatite. Both phoscorite units show a strongly LREE/HREE fractionated parallel patterns, but Σ ETR decreases from P1 to P2. Carbon and oxygen stable isotopes of carbonate contained in Salitre phoscorites show that these rocks crystallized from mantle-derived magmas. The range of $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ variation is smaller than that of $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$, which may be connected with subtle post-magmatic alteration through interaction with low-temperature fluids. This is probably slightly more pronounced in P1 because these rocks formed in an earlier stage. Sr-Nd isotopes of Salitre phoscorites agree well with the isotopic composition of the rest of the APIP. Sr isotopic ratios are nearly constant, whereas Nd isotopes vary in a wider range.

3.1 INTRODUÇÃO

Complexos alcalinos são muito estudados, não só por suas características mineralógicas e petrológicas únicas, mas também por alojar importantes depósitos minerais como fosfato, nióbio, REE, vermiculita, entre outros.

As séries petrogenéticas passíveis de ocorrer nesses complexos incluem carbonatitos, foscoritos e rochas silicáticas alcalinas com afinidades geoquímicas diversas (nefelínítica, kamafigítica, melilitítica). A relação entre as rochas silicáticas e carbonatitos é relativamente bem estudada, particularmente em complexos de afinidade sódica (nefelínítica, melilitítica), e envolve diversos processos petrogenéticos, como imiscibilidade de líquidos e cristalização fracionada (e. g. Hamilton *et al.*, 1989, Lee & Wyllie, 1998a, b, Veksler *et al.*, 1998). Estudos sobre a origem da série foscorítica e suas relações com os carbonatitos e rochas silicáticas associadas ainda são escassos, possivelmente em virtude do pequeno número de ocorrências de foscoritos conhecidas no mundo (e.g. Krasnova *et al.*, 2004a). Não obstante sua raridade, foscoritos revestem-se de notável importância petrológica, dada a possibilidade de serem formados por magmas incomuns, constituídos majoritariamente por óxido e fosfato. Além disso, a ampla maioria dos depósitos mundiais de nióbio, e importantes jazidas magmáticas de fosfato estão associadas com rochas desta série.

A Província Ígnea do Alto Paranaíba (Goiás e Minas Gerais, Brasil) é uma área chave para o estudo dos foscoritos e suas rochas associadas, devido não só à quantidade de complexos alcalino-

carbonatíticos presentes na província, mas também à diversidade de litotipos, e diferentes graus de metassomatismo em cada complexo. Nesse contexto, o complexo de Salitre foi escolhido por concentrar uma grande diversidade de rochas, além de ter sido submetido a um grau de metassomatismo relativamente baixo, que torna possível não só a observação de texturas de estágios magmáticos iniciais, mas também relações petrogenéticas entre as séries presentes.

O intuito desse trabalho é contribuir com o conhecimento da série foscorítica e, a partir de dados texturais, de química mineral, geoquímica de rocha, isótopos radiogênicos de Sr e Nd e isótopos estáveis de C e O, distinguir tipos petrográficos de foscoritos, e estabelecer critérios para relacioná-los a diversas origens.

3.2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Do Eocretáceo ao Eoceno ocorreu um intenso magmatismo no centro - sul do Brasil e no Paraguai oriental, que gerou diversas províncias alcalinas nas margens da Bacia do Paraná, além dos basaltos da Formação Serra Geral (Província Paraná-Etendeka). Nas últimas décadas essas províncias foram objeto de vários estudos geoquímicos, isotópicos e mineralógicos (Woolley, 1987; Morbidelli *et al.*, 1995a; Gibson *et al.*, 1995a; Comin-Chiaramonti & Gomes, 1996, 2005; Comin-Chiaramonti *et al.*, 1997; Carlson *et al.*, 1996, 2007; Brod *et al.*, 2000, 2001, Junqueira-Brod *et al.* 1998, 2000, 2002, Gomes *et al.*, 1990, Comin-Chiaramonti *et al.*, 2005).

O magmatismo nas bordas da bacia do Paraná é atribuído ao impacto de plumas mantélicas na base da litosfera continental (Herz, 1977; Toyoda *et al.*, 1994; Gibson *et al.*, 1995a,b, 1997a; Bizzi *et al.*, 1995, VanDecar *et al.*, 1995; Thompson *et al.*, 1998), sendo que a Província Ígnea do Alto Paranaíba é interpretada como resultado de um extenso evento de fusão do manto litosférico sub-continental do Brasil central devido ao aquecimento provocado pelo impacto inicial da pluma de Trindade durante o Cretáceo Superior (Crough *et al.*, 1980; Gibson *et al.*, 1995b, 1997b; Thompson *et al.*, 1998).

A Província Ígnea do Alto Paranaíba (APIP, Almeida, 1983; Gibson *et al.*, 1995b) é composta por kimberlitos, olivina lamproítos madupíticos e kamafugitos, além de complexos alcalino-carbonatíticos e diques de flogopita picrito. A maioria dos autores atribui um período restrito de idade para a formação da província, entre 80 e 90 Ma (Ulbrich & Gomes, 1981; Sonoki & Garda, 1988; Gibson *et al.*, 1995a). Sgarbi *et al.* (2004) também reportam uma pequena variação de

idades para a província a partir de datação U/Pb em perovskita de kamafeugitos do Grupo Mata da Corda (75-81 Ma), enquanto Bizzi *et al.* (1995) atribuem um intervalo de idades entre 75 e 120 Ma.

Os complexos ultramáfico-carbonatíticos da APIP (Fig. 3.1) intrudem rochas metamórficas neoproterozóicas dos domínios interno e externo da Faixa de Dobramentos Brasília, as quais são tipicamente deformadas em estruturas dômicas. Compreendem Catalão I e II no sul de Goiás, e Serra Negra, Salitre I, II e III, Araxá e Tapira, no oeste de Minas Gerais (Berbert, 1984; Gomes *et al.*, 1990; Morbidelli *et al.* 1995a).

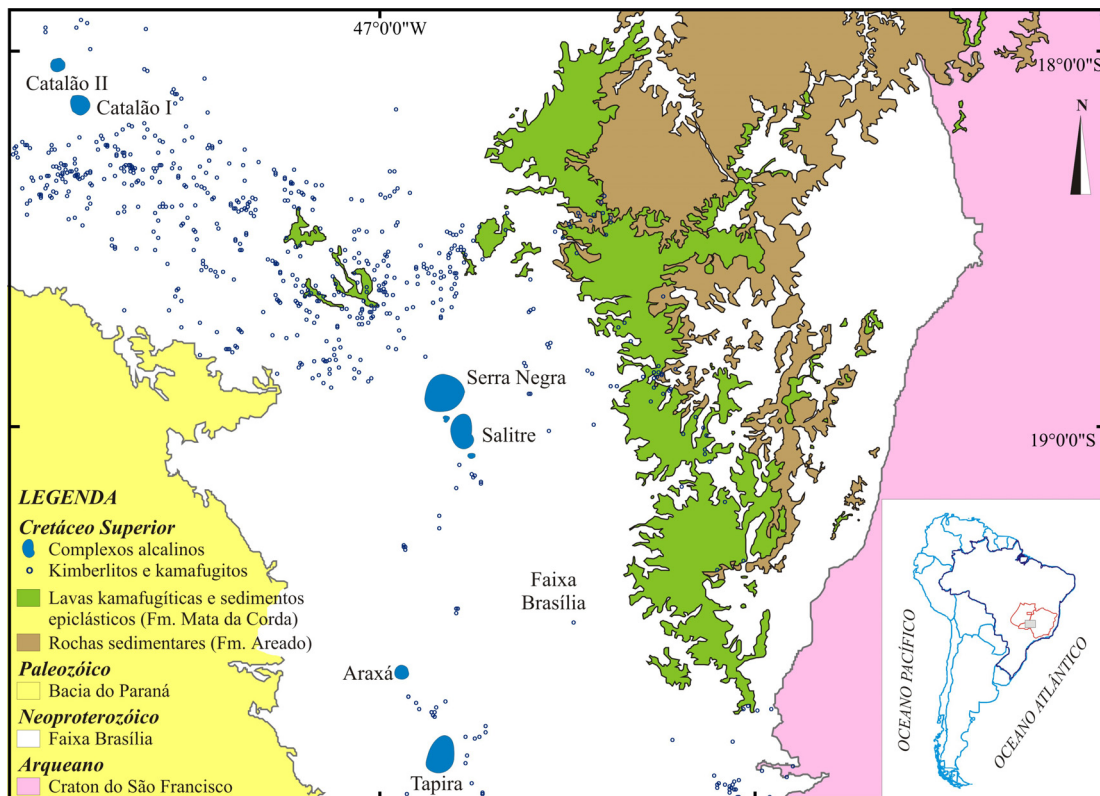


Figura 3.1 – Mapa geológico da Província Ígnea do Alto Paranaíba (adaptado de Oliveira *et al.*, 2004).

O intemperismo tropical predominante na região e os padrões de drenagem centrípeta, desenvolvidos a partir de encaixantes mais resistentes (Mariano & Marchetto, 1991; Danni *et al.*, 1991), resultaram no desenvolvimento de uma cobertura de solo muito espessa na maioria dos complexos, favorecendo a concentração econômica do fosfato e nióbio tradicionalmente explorados na região, além de concentrações de titânio, vermiculita e terras raras, ainda não aproveitadas comercialmente. Afloramentos são raros, e as melhores amostras para estudos petrográficos e

geoquímicos estão restritas a testemunhos de sondagem e, eventualmente, aos *pits* das minas em operação nos complexos de Catalão, Tapira e Araxá.

3.3 O COMPLEXO DE SALITRE

Os complexos de Salitre I, II e III (Fig. 3.2) ocorrem imediatamente a sul do complexo de Serra Negra, na região de Patrocínio, MG. Salitre I possui uma forma oval distorcida, com dimensões aproximadas de 7 km na direção N-S e 5 km na direção E-W. Salitre II é um pequeno (2.5km²) *plug* localizado entre os complexos de Salitre I e Serra Negra. O corpo de Salitre III foi descoberto recentemente, durante atividades de pesquisa da Fosfértil SA, e forma um pequeno *plug* a sul de Salitre I. A expressão topográfica de Salitre I e II é menos proeminente que a de Serra Negra, e Salitre III não tem expressão topográfica. Datação K/Ar em flogopita de bebedourito de Salitre I forneceu uma idade de 86.3 ± 5.7 Ma. (Sonoki & Garda, 1988).

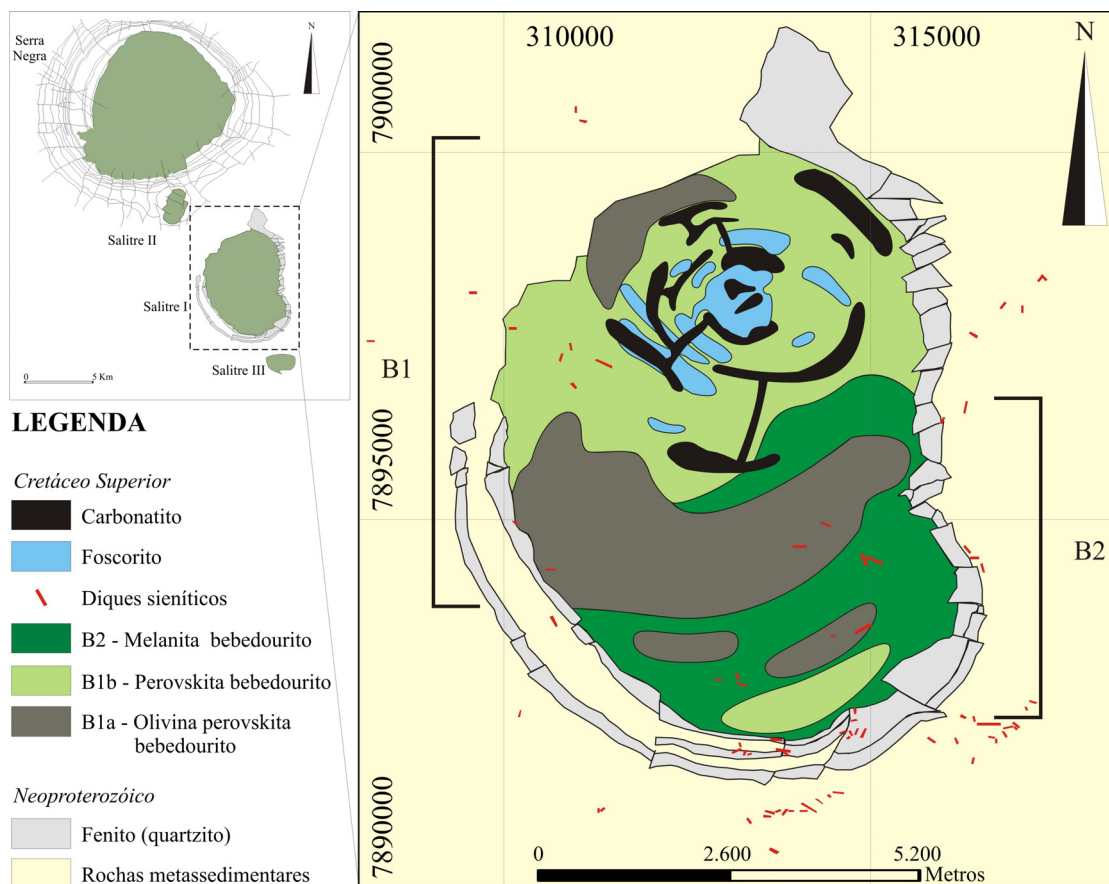


Figura 3.2 – Esquema geológico baseado em zonas de predominância dos principais tipos litológicos em testemunhos de sondagem do Complexo de Salitre (adaptado de Barbosa, 2009). Ver texto para explicação.

As rochas silicáticas alcalinas de Salitre I ocorrem como dois corpos independentes (Barbosa et al., 2009a – capítulo 2). A intrusão que ocupa a porção centro-norte do complexo é composta por um anel descontínuo de olivina-perovskita bebedouritos (B1a), circundando uma região de perovskita bebedouritos (B1b). A porção centro-sul do complexo é composta por uma intrusão independente, composta por bebedouritos ricos em piroxênio, flogopita e melanita (B2). Variações petrográficas subordinadas nesse domínio incluem bebedouritos com titanita+melanita, e com perovskita+titanita+melanita, além de diques de titanita bebedourito, que intrudem o domínio centro-norte do complexo (B1).

Intrudindo o domínio B1, principalmente os perovskita bebedouritos, ocorre um sistema de diques anelares e radiais de carbonatitos e foscoritos. Os carbonatitos podem ser dolomíticos ou calcíticos, com presença de olivina, flogopita, magnetita, ilmenita, pirocloro e sulfetos (pirita, pirrotita e calcopirita). Os foscoritos são caracterizados por proporções variáveis de olivina, flogopita, magnetita e apatita, com pirocloro e sulfetos (pirrotita e calcopirita) como acessórios comuns.

Salitre II é composto principalmente de rochas ultramáficas da série bebedourítica (dunitos, perovskititos, clinopiroxenitos), localmente recortados por diques de carbonatito (Morbidelli *et al.*, 1997).

Salitre III é composto essencialmente por bebedouritos com perovskita e, em menor quantidade, titanita, localmente com rochas da série foscorítica associadas, na porção sul do corpo.

3.3.1 FOSCORITOS

A série foscorítica compreende rochas com proporções variáveis de óxidos de Fe e Ti (magnetita, ilmenita), apatita e silicatos magnesianos, como olivina, diopsídio e flogopita (Krasnova *et al.*, 2004a, Karchevsky & Moutte, 2004). Segundo Sokolov (1983), sua gênese está relacionada a magmas fosfáticos, intimamente ligados à diferenciação de complexos alcalino-carbonatíticos por processos como imiscibilidade de líquidos e cristalização fracionada.

Os foscoritos de Salitre I formam “cinturões” concêntricos, provavelmente representando enxames de diques anelares interconectados e intimamente associados a enxames de diques de carbonatito. Tal distribuição geométrica é relativamente comum em outros complexos contendo foscorito, como os da Província de Kola (Krasnova *et al.*, 2004a). Textural e estruturalmente os

foscoritos podem ser bastante variáveis: pegmatíticos, grossos ou finos, com aspecto brechado, bandados, ou por vezes mostrando deformação plástica que sugere a movimentação de um *crystal mush*. Zonas metassomáticas, variando de poucos milímetros a muitos metros são comuns nos foscoritos, quando cortados por veios de carbonatito.

3.4 PETROGRAFIA

Em Salitre, os foscoritos geralmente têm aspecto maciço, granulação média a grossa, dada por grãos de olivina, magnetita ou flogopita bem desenvolvidos. Macroscopicamente, a olivina é castanho-rosada, provavelmente devido a flogopitização parcial. Algumas rochas são ricas em grãos grossos de magnetita, com flogopita primária intersticial, enquanto em outras a flogopita forma os grãos maiores e a magnetita é fina e intersticial.

Rochas ricas em flogopita são mais claras, com cristais até centimétricos e bem formados de flogopita (Figs. 3.3a e 3.3b) e olivina rosada. Carbonato é subordinado, e ocorre como grãos disseminados.

Rochas ricas em magnetita são em sua maioria escuras, e frequentemente contêm bolsões irregulares de carbonato (Fig. 3.3c), que variam desde centimétricos a métricos, e são separados do foscorito hospedeiro por uma “barreira” de grãos de magnetita. Texturas semelhantes são descritas por Cordeiro *et al.* (2009a, b) em nelsonitos de depósito de Nb do complexo de Catalão I. Também ocorrem feições de flogopitização metassomática dos foscoritos, junto às margens de vênulas tardias de carbonatito (Fig. 3.3d).

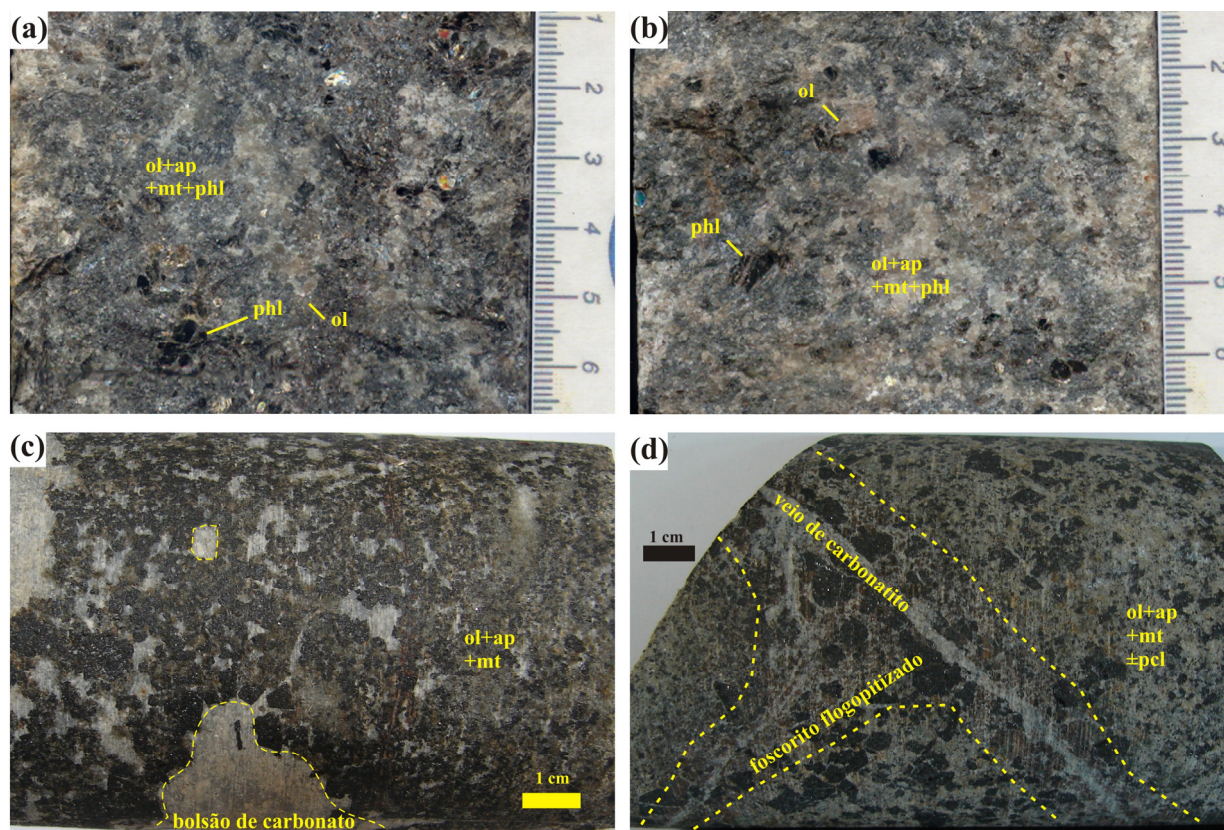


Figura 3.3 – Aspectos de foscorititos de Salitre: (a) e (b) aspecto de foscorititos ricos em lamelas até centimétricas de flogopita, com grãos rosados de olivina parcialmente alterada; (c) foscoritito rico em magnetita, com bolsão de carbonato; (d) foscoritito rico em magnetita cortado por vênulas de carbonatito, que provocam a flogopitização da encaixante. Ol= olivina, ap = apatita, mt = magnetita, pcl = pirocloro, pht = flogopita.

A composição modal de rochas da série foscorítica de Salitre I é apresentada no diagrama de Yegorov (1993), na figura 3.4a. Alguns autores, como Krasnova *et al.* (2004a) recomendam a adição de qualquer silicato magnésiano, como flogopita e diopsídio, ao vértice da olivina, para classificação da rocha como foscoritito. Entretanto, nos complexos da APIP, existe uma clara gradação de rochas com olivina para rochas com flogopita e tetra-ferriflogopita com a evolução magmática na série foscorítica, o que, por sua vez, tem importantes implicações metalogenéticas. Os trabalhos recentes de Ribeiro (2008) e Cordeiro *et al.* (2009a,b) demonstraram que os depósitos de fosfato do complexo de Catalão I, na porção norte da APIP, estão associados predominantemente a foscorititos *sensu stricto* (i.e. com olivina), enquanto os depósitos de Nb estão intimamente ligados a nelsonitos. Neste trabalho, optamos por utilizar a classificação original de Yegorov (1993), para manter a consistência com os demais complexos da província, e evitar a super-simplificação da nomenclatura.

No diagrama da figura 3.4a, foscoritos dividem-se em dois grupos, um próximo à linha apatita–olivina e outro na porção central do diagrama.

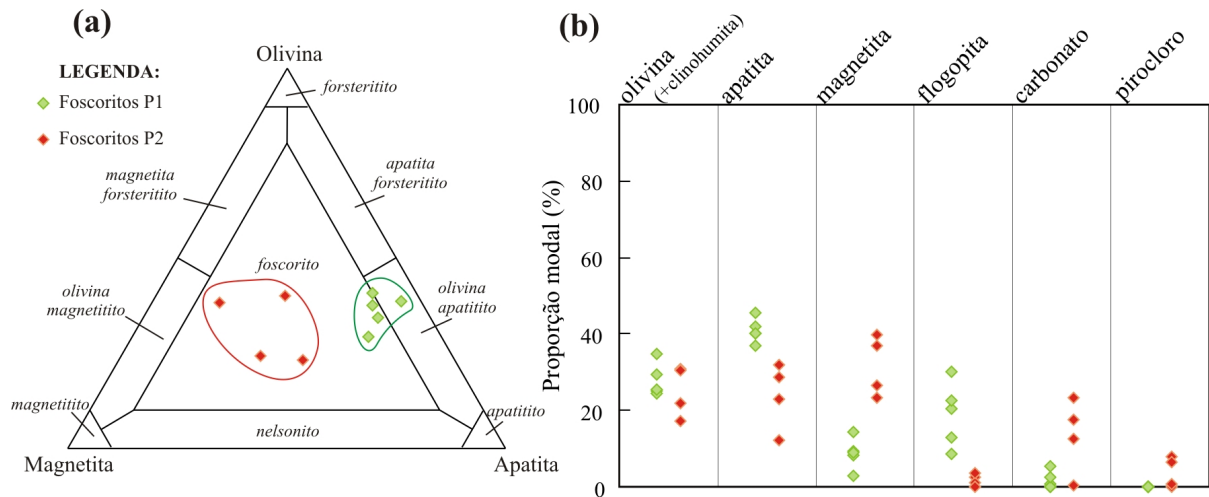


Figura 3.4 – (a) Diagrama de Yegorov para nomenclatura de rochas da série foscorítica (Yegorov, 1993); (b) proporção modal dos principais minerais presentes em cada tipo petrográfico da série foscorítica de Salitre.

A partir das quantidades e relações entre os minerais presentes, as rochas estudadas foram divididas em 2 grupos designados P1 e P2. A unidade P1 inclui foscoritos ricos em olivina e apatita, que também contêm quantidades apreciáveis de flogopita. P2 compreende foscoritos com quantidades equilibradas de olivina, apatita e magnetita, mais ricos em carbonato e contendo pirocloro como um acessório importante. As principais características texturais e composicionais de cada unidade são descritas a seguir.

3.4.1 FOSCORITOS P1

Esta unidade contém rochas essencialmente ricas em apatita (37–45%) e olivina (25–34%), localmente alterada para clino-humita, além de quantidades consideráveis de flogopita (9–30%). Magnetita é acessório (3–9%, excepcionalmente 14%), assim como o carbonato (0–5%). Localmente, observa-se a presença de sulfetos como pirita, pirrotita e calcopirita (até 1%, excepcionalmente 5%), além de perovskita (até 2%) bastante alterada para material oxidado de granulação fina.

A olivina ocorre em duas variedades texturais. Uma forma grãos maiores (até 0.5 cm), subédricos a anédricos, com abundantes inclusões de opacos (provavelmente magnetita), dispostas em um arranjo regular, marcando linhas de crescimento (Figs. 3.6b, 3.6c). A outra compreende grãos pequenos, até 1 mm, anédricos e com poucas inclusões. Flogopita ocorre como lamelas

euédricas (Fig. 3.5a), bem desenvolvidas, eventualmente atingindo tamanho centimétrico. Apresenta semelhanças texturais com a flogopita típica dos bebedouritos de Salitre I (Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2), tais como a granulação grossa e o pleocroísmo verde escuro – laranja com direções de absorção normais. Localmente é zonada, com bordas vermelhas. Por vezes está deformada, indicando movimentação do magma parcialmente cristalizado. Magnetita apresenta lamelas de exsolução de ilmenita, que variam de raras a abundantes. Os sulfetos são anédricos e disseminados.

3.4.2 FOSCORITOS P2

As rochas desta unidade são compostas por proporções equilibradas de olivina (17–31%), apatita (12–32%) e magnetita (23–40%), além de quantidades expressivas de carbonato (13–23%, exceto por uma amostra com 0.4%). Os principais acessórios são flogopita com borda de tetra-ferriflogopita (0–4%) e pirocloro (0–8%).

A granulação é variável, às vezes tendendo a microporfirítica (Fig. 3.5b), onde olivina (2 a 3 mm) e apatita (até 2.5 mm) bem formadas e frequentemente com bordas alteradas estão imersas em uma matriz mais fina. Apatita é euédrica e de aspecto límpido. Olivina pode conter inclusões de apatita. A matriz é constituída por grãos subédricos a anédricos (0.1-1 mm) de apatita, olivina e magnetita (Fig. 3.5c). Pirocloro é disseminado na matriz, como grãos pequenos (0.05-0.5 mm), euédricos e avermelhados. Pode apresentar zonação óptica, com os núcleos de cor mais amarelada. Flogopita é rara, formando pequenas (até 1 mm) lamelas anédricas, com pleocroísmo laranja claro a escuro e borda de tetra-ferriflogopita. A magnetita não possui lamelas visíveis de ilmenita e tem aspecto intercumulus, formando grandes cristais (até 1 cm) poiquiliticos, que englobam todos os demais minerais. O carbonato ocorre em bolsões centimétricos irregulares (Fig. 3.5d) e, raramente, como grãos intersticiais disseminados. Os bolsões de carbonato mais bem desenvolvidos apresentam uma borda com abundante magnetita euédrica e rara olivina. Nestes casos, a magnetita cresce para dentro do bolsão, formando uma textura do tipo “comb layering”, semelhante à descrita por Cordeiro *et al.* (2009c) em nelsonitos de Catalão I.

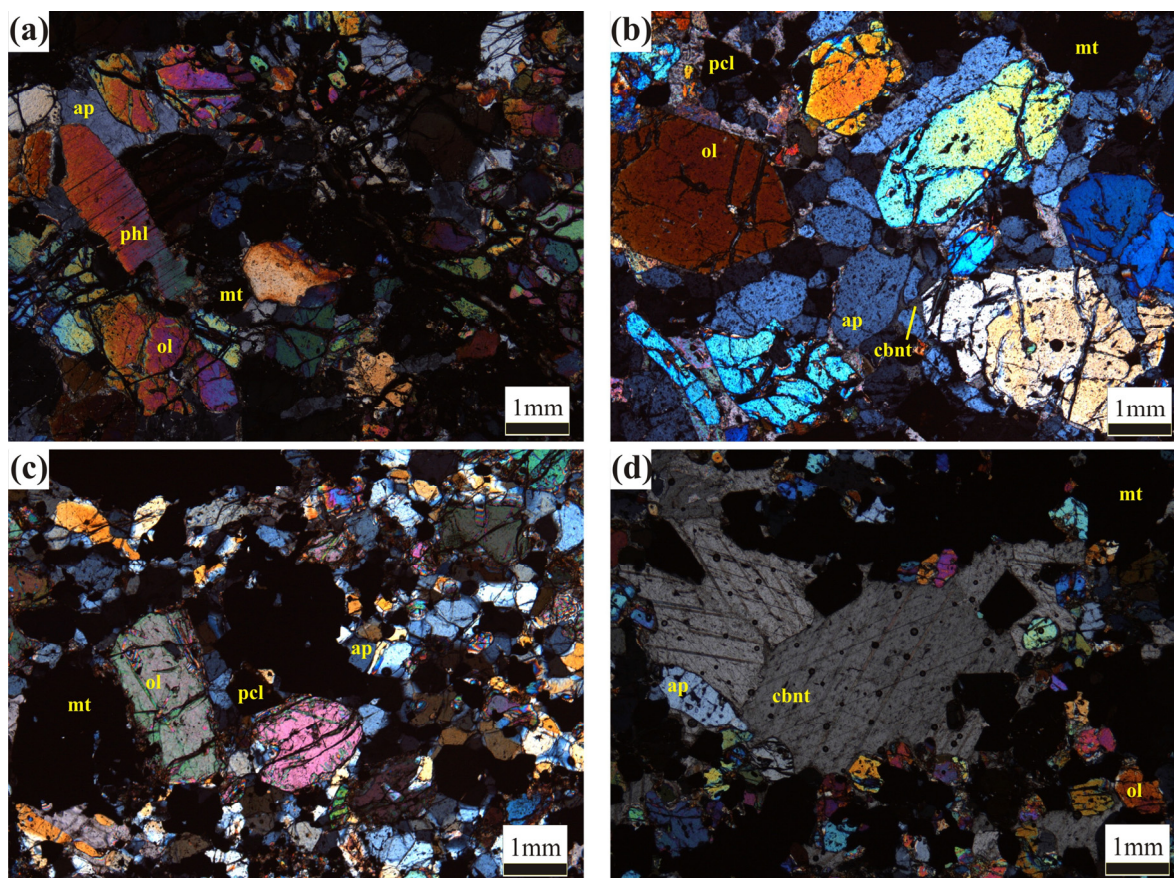


Figura 3.5 – Aspecto geral de foscoritite de Salitre: a) aspecto geral de P1, com textura equigranular e grãos bem formados de flogopita (nicóis cruzados); b) olivina e apatita cumulus em P2 (nicóis cruzados); c) textura microporfirítica de P2, com olivina e magnetita em uma matriz com grãos menores de olivina, magnetita, apatita e pirocloro, com carbonato intersticial (nicóis cruzados); d) bolsão de carbonato em P2 (nicóis cruzados).

3.5 QUÍMICA MINERAL

A composição química dos principais minerais que ocorrem nos foscoritite de Salitre I foi determinada na Universidade de Brasília (UnB), com uma microsonda eletrônica CAMECA SX50, no modo WDS, com condições de operação de 20 nA e 15 kV para todos os minerais. Para calibração foi utilizado um conjunto de cristais naturais e sintéticos. Foram realizadas 89 análises de olivina, 164 de flogopita, 128 de magnetita, 122 de apatita e 12 de pirocloro.

3.5.1 OLIVINA

Olivina é um constituinte essencial em foscoritite de Salitre. Em P1, a olivina está por vezes alterada para clinohumita (Fig. 3.6a), e frequentemente apresenta inclusões de minerais opacos, que

marcam linhas de crescimento e tornam-se mais raras em direção à borda (Figs. 3.6b e 3.6c). Nas amostras de P2, a olivina varia de euédrica a anédrica, e tipicamente contém inclusões fluidas (Figs. 3.6d e 3.6e). A tabela 3.1 mostra análises representativas.

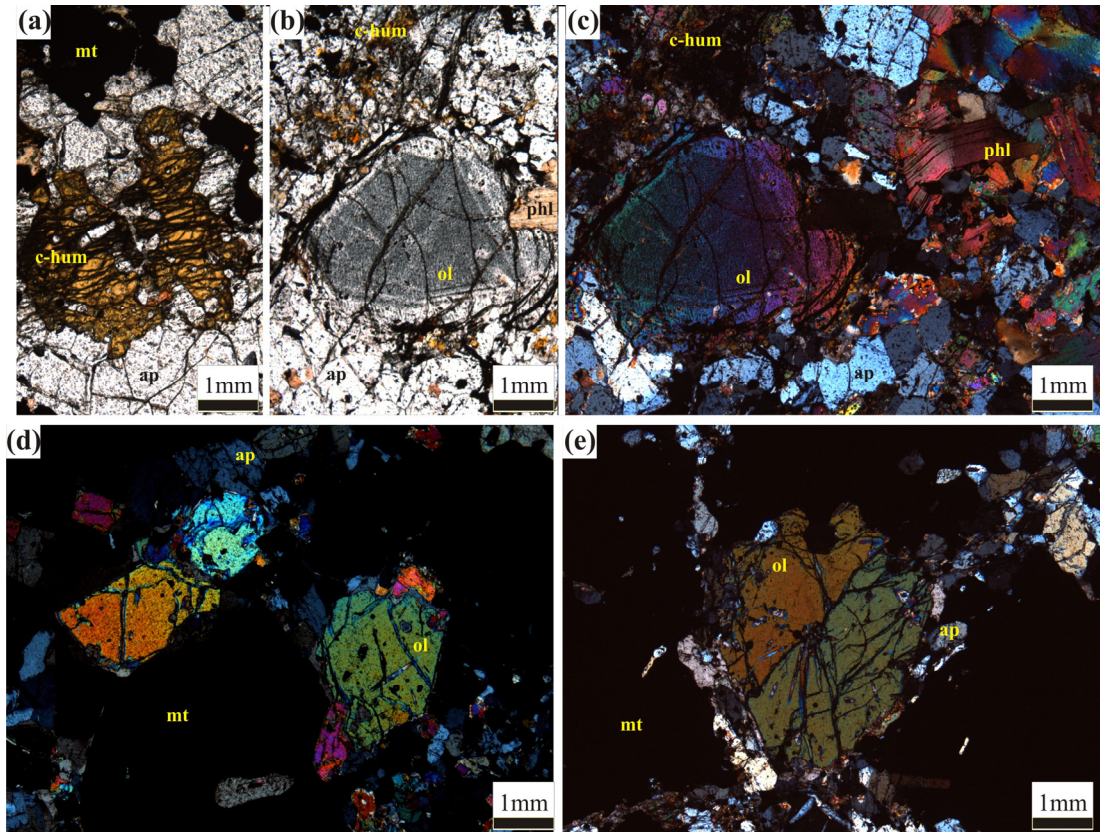


Figura 3.6 – (a) pseudomorfo de clinohumita sobre olivina em P1; (b e c) inclusões de minerais opacos marcando linhas de crescimento em olivina de P1 (nicóis paralelos e cruzados, respectivamente). Notar lamelas de flogopita deformadas devido à movimentação do magma parcialmente cristalizado no canto superior direito de c; (d) grãos bem formados de olivina em P2; (e) grão de olivina em P2 com inclusões fluidas em padrão radial.

A olivina dos foscoritos de Salitre I é caracterizada por alta razão Mg/(Mg+Fe), quantidades relativamente baixas de Ca e Mn, e teores insignificantes de Ni, sendo este o fator principal que discrimina olivina de foscoritos e olivina de rochas silicáticas (dunitos, wehrlitos) em complexos alcalino-carbonatíticos (Eriksson, 1989; Gaspar *et al.*, 1998; Krasnova *et al.*, 2004a; Chakhmouradian & Zaitsev, 2004).

Tabela 3.1 – análises representativas de olivina dos foscóritos de Salitre I.

| Rocha | SF101.5 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF104 | 09A60 | 145A | 37B65A | 37B65B | 37B65B |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 |
| SiO ₂ | 41.31 | 40.44 | 39.91 | 40.40 | 41.97 | 42.37 | 41.60 | 41.89 | 41.49 | 41.74 |
| TiO ₂ | n.d. | 0.10 | n.d. | n.d. | 0.01 | n.d. | 0.02 | n.d. | n.d. | n.d. |
| Al ₂ O ₃ | n.d. | n.d. | 0.02 | 0.02 | 0.10 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | n.d. |
| FeO | 6.20 | 9.04 | 11.32 | 9.52 | 5.50 | 4.72 | 3.14 | 5.15 | 6.52 | 5.88 |
| MnO | 0.72 | 0.71 | 0.90 | 0.92 | 0.62 | 0.64 | 0.45 | 0.75 | 0.74 | 0.86 |
| MgO | 52.03 | 49.64 | 47.26 | 49.21 | 51.88 | 52.68 | 53.68 | 53.12 | 51.31 | 52.00 |
| CaO | 0.11 | 0.41 | 0.20 | 0.15 | 0.02 | 0.09 | 0.12 | 0.10 | 0.20 | 0.19 |
| K ₂ O | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | n.d. |
| NiO | n.d. | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.04 |
| Cr ₂ O ₃ | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0.02 | 0.03 | 0.03 | n.d. |
| Total | 100.37 | 100.35 | 99.62 | 100.24 | 100.14 | 100.55 | 99.04 | 101.02 | 100.32 | 100.71 |
| Si | 0.995 | 0.989 | 0.993 | 0.991 | 1.007 | 1.009 | 1.000 | 0.997 | 1.001 | 1.000 |
| Al | - | - | 0.001 | 0.001 | 0.003 | - | 0.001 | - | 0.001 | - |
| Ti | - | 0.002 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Fe ²⁺ | 0.125 | 0.185 | 0.236 | 0.195 | 0.110 | 0.094 | 0.063 | 0.103 | 0.132 | 0.118 |
| Mn | 0.015 | 0.015 | 0.019 | 0.019 | 0.013 | 0.013 | 0.009 | 0.015 | 0.015 | 0.017 |
| Mg | 1.868 | 1.809 | 1.753 | 1.799 | 1.856 | 1.871 | 1.923 | 1.885 | 1.845 | 1.858 |
| Ca | 0.003 | 0.011 | 0.005 | 0.004 | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.005 | 0.005 |
| K | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.001 | - |
| Ni | - | - | - | - | 0.001 | 0.001 | - | - | 0.000 | 0.001 |
| Cr | - | - | - | - | - | - | - | 0.001 | 0.001 | - |
| Cations | 3.005 | 3.010 | 3.007 | 3.009 | 2.991 | 2.991 | 2.999 | 3.002 | 2.999 | 3.000 |
| Fa | 0.063 | 0.093 | 0.119 | 0.098 | 0.056 | 0.048 | 0.032 | 0.052 | 0.067 | 0.060 |
| Fo | 0.937 | 0.907 | 0.882 | 0.902 | 0.944 | 0.952 | 0.968 | 0.948 | 0.934 | 0.940 |

Na₂O abaixo do limite de detecção em todas as amostras. n.d. = não detectado. Cátions calculados com base em 4 oxigênios.

A figura 3.7a mostra que a olivina varia de crisolita a forsterita, correspondendo a um conteúdo de forsterita entre 87.7 e 98.9%. Esses valores são substancialmente mais altos do que os observados em olivina de rochas silicáticas ultramáficas (bebedouritos) de Salitre I (83 – 87% Fo, Barbosa *et al.*, 2009 – capítulo 2). A razão Mg/(Mg+Fe²⁺) comparativamente mais alta em olivinas de foscóritos parece ser característica também em outros complexos alcalinos (Morbidelli *et al.*, 1997. Krasnova *et al.*, 2004a; Chakhmouradian & Zaitsev, 2004). Os dados da figura 3.7a mostram ainda que a olivina de P2 é mais magnésiana (89 a 98% Fo) do que a de P1 (87 a 93% Fo),

indicando um enriquecimento na molécula de forsterita com a evolução magmática dos foscoritos, porém, dentro de um mesmo grão esta diferença é pequena (menor que 2%).

A figura 3.7b mostra a relação entre MgO na olivina e MgO na rocha hospedeira. Em olivina bebedouritos de Salitre I (Barbosa *et al.*, 2009 – capítulo 2), o teor de MgO chega a 31%, correspondendo a um teor máximo de MgO na olivina de 46%. Entretanto, nos foscoritos, que representam uma fase mais tardia na evolução do complexo, rochas com MgO muito mais baixo (9%) contêm olivina com até 55% de MgO. Ademais, enquanto as rochas silicáticas geralmente apresentam uma correlação positiva entre teor de MgO na olivina e em rocha total, nas rochas da série foscorítica essa correlação é indefinida ou inversa. Se os três grupos de amostras são considerados em conjunto o diagrama define uma correlação geral inversa.

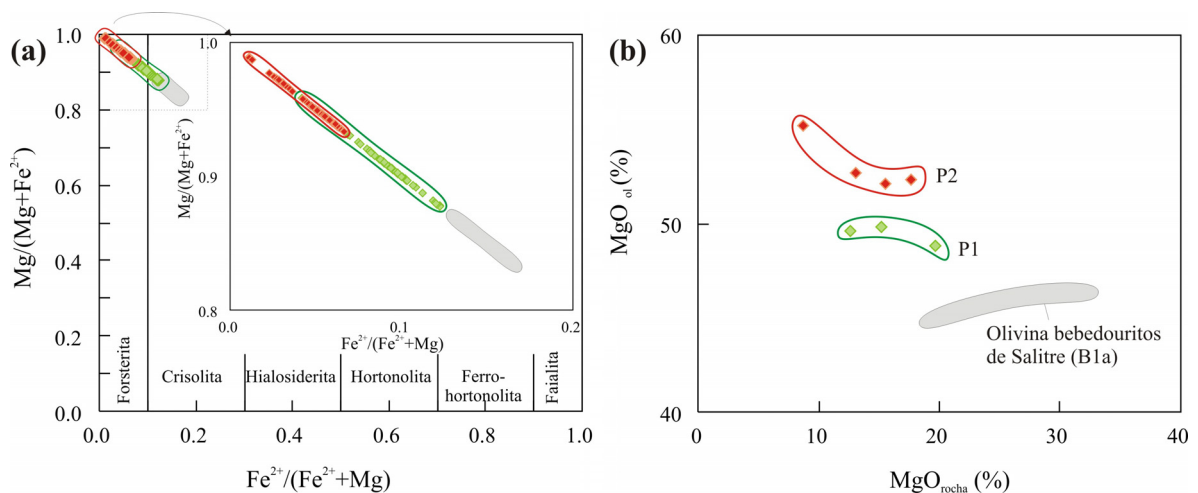


Figura 3.7 – (a) classificação da olivina de foscoritos de Salitre I em termos da solução-sólida forsterita-faialita; (b) relação entre a quantidade de MgO presente na rocha e na olivina (média das análises). Símbolos como na figura 4. Campos cinza claro = dados de química mineral e rocha total de olivina bebedouritos (Barbosa *et al.*, 2009 – capítulo 2) de Salitre I.

Essas evidências indicam que os fatores que controlam o coeficiente de partição de MgO e FeO entre olivina e magmas foscoríticos são diferentes daqueles atuantes em magmas silicáticos, e que o teor de forsterita na olivina não pode ser usado para comparar rochas silicáticas e foscoríticas em termos de evolução magmática. As relações entre Fe e Mg em magmas foscoríticos ainda não estão claramente estabelecidas na literatura, mas parece existir uma tendência de enriquecimento em Mg nos minerais de foscoritos e carbonatitos, respectivamente à sua contraparte silicática, como ilustrado pelas variações composicionais de flogopita (Brod *et al.*, 2001) e magnetita (ver adiante).

Grãos de olivina em P1 são mais ricos em CaO (até 0.5%), e ligeiramente mais ricos em MnO (0.3 a 0.9%) do que os de P2 (até 0.3%, e 0.1-0.8%, respectivamente). As figuras 3.8a e 3.8b sugerem que CaO e MnO diminuem à medida que o conteúdo de forsterita na olivina aumenta de P1 para P2, considerando-se os dados como um todo. Entretanto, a variação entre centro e borda de um mesmo grão indicam que CaO e MnO tanto podem aumentar quanto diminuir nas bordas dos grãos de olivina, tanto em P1 quanto em P2. Isto sugere que o controle da entrada de CaO e MnO na olivina é mais complexo, provavelmente respondendo mais a variações localizadas na concentração desses elementos no magma do que a um controle cristaloquímico específico da olivina.

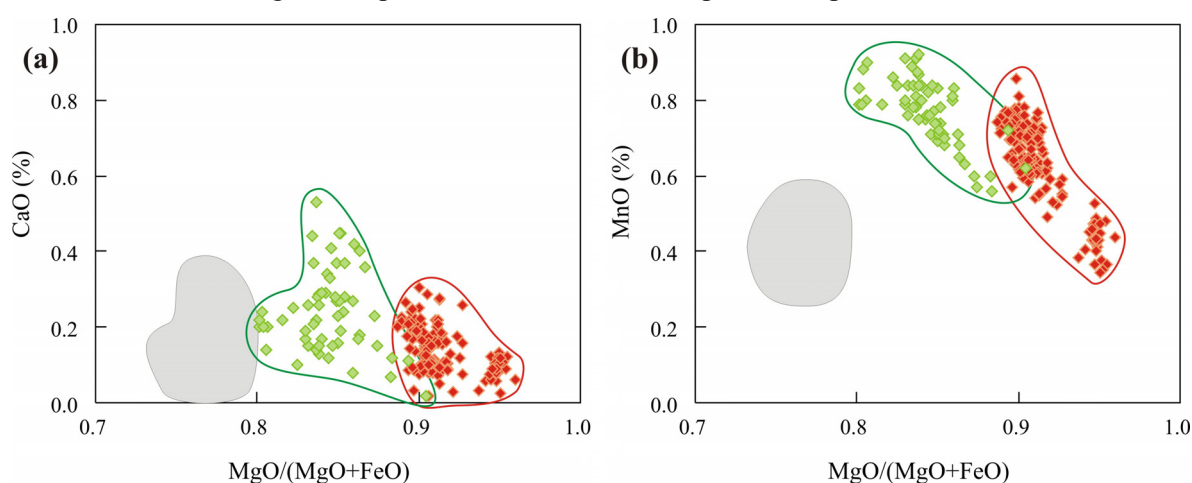


Figura 3.8 – (a) e (b) relação de $MgO/FeO+MgO$ dos grãos analisados com CaO e MnO, respectivamente. Símbolos como na figura 4. Campo cinza claro = olivina bebedouritos (Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) do complexo de Salitre I.

NiO está presente em quantidades ínfimas (até 0.09%), e não se correlaciona com o teor de forsterita em olivinas dos foscoritos, mas ocorre em pequenas quantidades (até 0.26%) em rochas da série bebedourítica de Salitre. Autores como Eriksson (1989), Gaspar et al. (1998), Krasnova *et al.* (2004a) e Chakhmouradian & Zaitsev (2004) afirmam que o valor insignificante de Ni para alto teor de forsterita é um fator discriminante entre a olivina de foscoritos e carbonatitos e a olivina das rochas silicáticas associadas. Os dados de olivina de Salitre corroboram essa observação. O baixo teor de Ni em foscoritos pode estar associado à remoção de Ni do sistema, por cristalização fracionada prévia de olivina rica em Ni a partir de um magma parental silicático. Alternativamente, conforme sugerido por Duke & Naldrett (1978) para magmas komatiitos, Ni pode ser seletivamente extraído por um líquido sulfetado imiscível.

Em Salitre, sulfetos como pirita, calcopirita e pirrotita ocorrem como acessórios em bebedouritos, foscoritos e carbonatitos, mas não são conhecidas até o momento ocorrências de sulfeto maciço, que seriam esperadas no caso de imiscibilidade de magmas sulfetados, a não ser que estas estejam em grande profundidade. Por outro lado, é possível que o magma que produziu as olivinas analisadas tenha sido previamente empobrecido em Ni por meio de cristalização fracionada de olivina para formar rochas silicáticas ultramáficas do complexo. A figura 3.9 mostra que o teor de Ni na olivina está relacionado com a quantidade de Ni disponível no sistema. Rochas silicáticas com olivina do complexo chegam a conter 1200 ppm de Ni, e o NiO presente em grãos de olivina chega até 0.26%. Já em foscoritos, o teor de Ni encontrado nas rochas chega no máximo a 40 ppm, para 0.02% de Ni na olivina. Naturalmente, essa interpretação só se justifica na premissa de que o magma que gerou os foscoritos seja um produto de evolução a partir de um magma parental silicático e ultramáfico, seja como líquido residual ou por imiscibilidade. Argumento semelhante se aplica aos carbonatitos do complexo (Barbosa *et al.*, 2009 – capítulo 4).

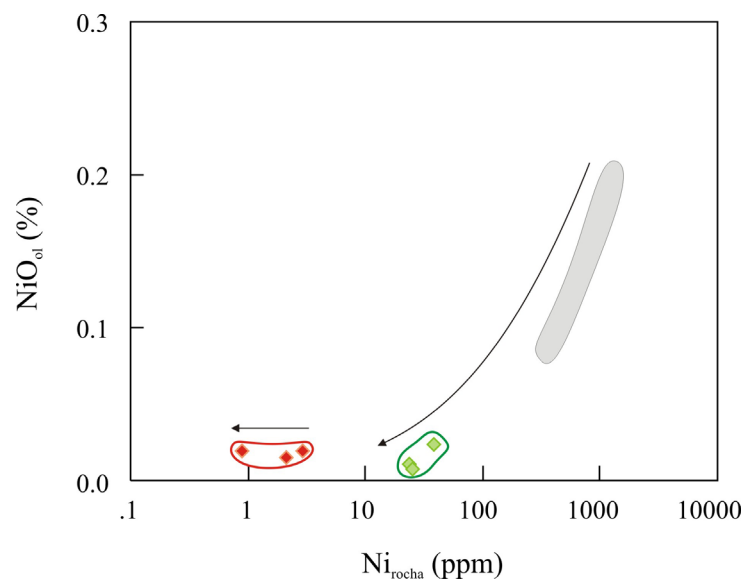


Figura 3.9 – relação entre o teor de NiO (%) em olivina (médias das análises) e teor de Ni (ppm) nas rochas correspondentes. Símbolos como na figura 4. Campo cinza claro = rochas silicáticas com olivina (Barbosa *et al.*, 2009 – capítulo 2) do complexo de Salitre I. A forte correlação positiva sugere que, ao contrário do MgO, o teor de Ni na olivina é fortemente dependente do teor de Ni disponível no sistema.

3.5.2 FLOGOPITA

Apesar de não considerada em diagramas de classificação como o da figura 3.4a (Yegorov, 1993), a flogopita é um mineral muito importante para o estudo de foscoritos, bem como das rochas

alcalinas e carbonatitos associados. Em Salitre, a composição química da flogopita é uma excelente base para comparação de diferentes séries de rochas, visto que flogopita é o único mineral presente em todos os tipos petrográficos do complexo.

A tabela 3.2 apresenta análises representativas de flogopita de foscoritos de Salitre. A fórmula estrutural foi calculada de acordo com o método descrito por Brod *et al.* (2001), com base em 22 O, onde o Fe foi recalculado em Fe²⁺ e Fe³⁺, e depois, as análises foram recalculadas com base em 24 oxigênios, com H₂O calculada por estequiometria.

A flogopita dos foscoritos (e também dos carbonatitos, ver Barbosa *et al.*, 2009b – capítulo 4) de Salitre I pertence à série flogopita – tetra-ferriflogopita, definida pela substituição de Al³⁺ por Fe³⁺ no sítio tetraédrico. Este mineral é uma fase essencial em P1 e acessória em P2. Eriksson (1989) reporta a presença de tetra-ferriflogopita em foscoritos e carbonatitos, e raramente em piroxenitos da Phalaborwa, ressaltando que magmas pobres em alumínio podem cristalizar tetra-ferriflogopita. Em complexos carbonatíticos, tetra-ferriflogopita ocorre tanto como produto da cristalização magmática (Brod 1999, Brod *et al.*, 2001, Brigatti *et al.* 2001, Lee *et al.* 2003) quanto como resultado de processos pós-magmáticos (Mitchell, 1995, Brod *et al.*, 2001, Lee *et al.*, 2003), especialmente metassomatismo carbonatítico.

Tabela 3.2 – Análises representativas de flogopita dos foscoritos de Salitre I.

| Rocha | SF101-7 | SF104-2 | SF102-4 | 37B65B | 37B65A | 09A60 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P2 | P2 | P2 |
| SiO ₂ | 41.12 | 40.79 | 37.02 | 41.12 | 42.31 | 42.87 |
| TiO ₂ | 0.37 | 0.59 | 0.89 | 0.05 | 0.16 | 0.14 |
| Al ₂ O ₃ | 8.33 | 12.49 | 15.24 | 0.53 | 11.71 | 10.49 |
| Fe ₂ O ₃ | 5.43 | 1.09 | n.d. | 16.16 | 1.80 | 1.85 |
| FeO | 2.47 | 4.06 | 5.60 | 1.61 | 1.45 | 2.23 |
| MnO | 0.09 | 0.08 | 0.10 | 0.07 | 0.01 | 0.08 |
| MgO | 26.02 | 25.96 | 23.62 | 26.35 | 28.42 | 27.67 |
| Na ₂ O | 0.06 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| K ₂ O | 10.41 | 10.60 | 9.61 | 10.30 | 10.66 | 9.50 |
| BaO | 0.08 | 0.61 | 2.85 | 0.03 | 0.33 | 0.21 |
| SrO | n.d. | n.d. | 0.07 | n.d. | n.d. | n.d. |
| CaO | 0.04 | 0.01 | n.d. | 0.02 | n.d. | n.d. |
| H ₂ O | 4.03 | 4.21 | 4.08 | 3.89 | 4.29 | 4.23 |
| F | 0.17 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.02 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Total | 98.63 | 100.51 | 99.07 | 100.12 | 101.15 | 99.28 |
| O_F | 0.07 | - | - | - | - | - |
| O_Cl | - | 0.01 | - | - | - | - |
| Total | 98.56 | 100.50 | 99.07 | 98.50 | 100.97 | 99.09 |

Tabela 3.2 (continuação).

| Rocha | SF101-7 | SF104-2 | SF102-4 | 37B65B | 37B65A | 09A60 |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|--------------|
| Si | 5.978 | 5.793 | 5.444 | 6.102 | 5.890 | 6.054 |
| Al | 1.428 | 2.090 | 2.642 | 0.092 | 1.922 | 1.746 |
| Fe³ | 0.594 | 0.117 | - | 1.805 | 0.188 | 0.199 |
| Ti | 0.040 | 0.063 | 0.098 | 0.005 | 0.017 | 0.015 |
| Fe² | 0.300 | 0.482 | 0.689 | 0.199 | 0.169 | 0.261 |
| Mn | 0.011 | 0.010 | 0.013 | 0.009 | 0.001 | 0.009 |
| Mg | 5.639 | 5.495 | 5.179 | 5.831 | 5.898 | 5.826 |
| Ba | 0.005 | 0.034 | 0.164 | 0.002 | 0.018 | 0.012 |
| Sr | - | - | 0.006 | - | - | - |
| Ca | 0.007 | 0.001 | - | 0.003 | - | - |
| Na | 0.018 | - | - | - | - | - |
| K | 1.931 | 1.921 | 1.803 | 1.951 | 1.894 | 1.712 |
| OH | 3.908 | 3.984 | 4.000 | 3.850 | 3.984 | 3.986 |
| F | 0.078 | - | - | - | - | - |
| Cl | 0.001 | 0.006 | - | - | 0.001 | - |
| Cations | 15.951 | 16.006 | 16.038 | 16.000 | 15.996 | 15.835 |

n.d. = não detectado, n.a. = não analisado.

O gráfico de classificação apresentado na figura 3.10 mostra que a flogopita dos foscoritos de Salitre I evolui em uma direção distinta daquela dos bebedouritos coexistentes. Enquanto nos bebedouritos a flogopita evolui ao longo da série flogopita – annita, nos foscoritos, a principal série isomórfica representada é flogopita - tetra-ferriflogopita.

As relações entre núcleo e borda de um mesmo cristal claramente indicam uma evolução no sentido do enriquecimento em Fe³⁺ (tetra-ferriflogopita), uma feição que tem sido interpretada como típica de flogopitas cristalizadas a partir de magmas carbonatíticos e foscoríticos (e.g. Brod *et al.*, 2001, Lee *et al.*, 2003) e está presente em outros complexos deste tipo na APIP (e.g. Morbidelli *et al.*, 1997, Brod *et al.*, 2001, Traversa *et al.*, 2001, Cordeiro *et al.*, 2009a).

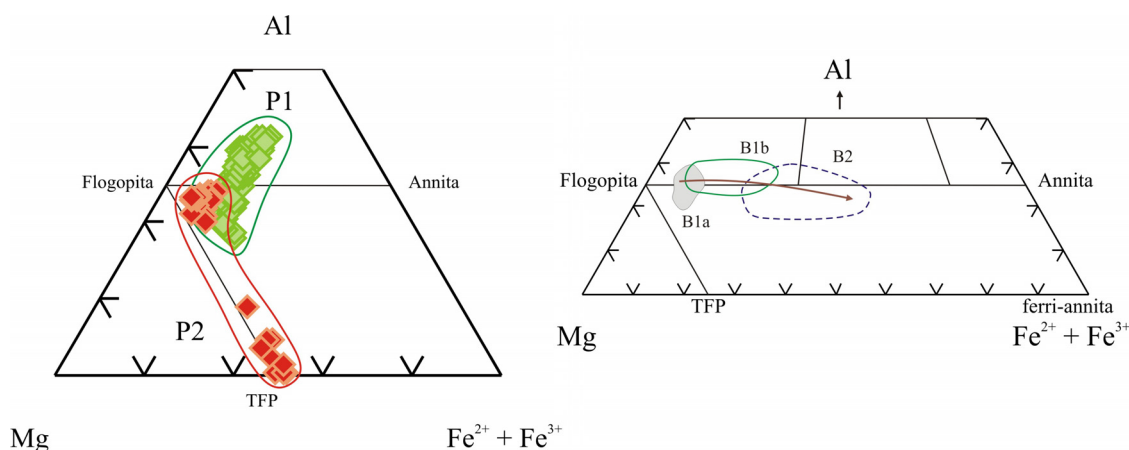


Figura 3.10 – Diagrama Al-Mg-Fe²⁺+Fe³⁺, para classificação da flogopita da série foscorítica de Salitre I. O diagrama no canto inferior direito mostra os campos correspondentes da flogopita em bebedouritos (Barbosa et al.2009a – capítulo 2) do complexo. Símbolos como na figura 3.4.

A flogopita dos foscoritos P1 apresenta uma composição inicial mais rica em Al₂O₃ (9 – 15%), próxima à da composição inicial das flogopitas da série bebedourítica de Salitre (Barbosa et al., 2009a, Capítulo 2) atingindo, inclusive, valores máximos ligeiramente mais elevados que estas últimas, o que representa um ligeiro excesso de alumínio em relação à fórmula ideal da flogopita.

Em P2 a maioria das análises indica deficiência em ^{IV}Al. A flogopita dessas rochas apresenta dois intervalos de teores de Al₂O₃, sendo o núcleo dos cristais rico (9-11.7%), e a borda pobre em Al₂O₃ (0.1-4.5%). A passagem de flogopita para tetra-ferriflogopita é bem marcada e abrupta, tanto química quanto opticamente (Figs. 3.10 e 3.11b).

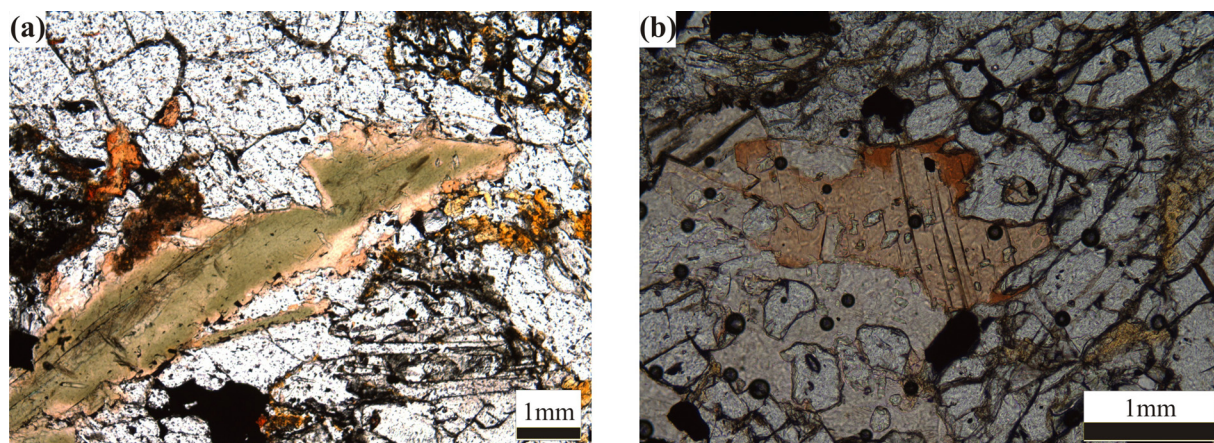


Figura 3.11 – aspectos texturais de flogopita em diferentes tipos petrográficos de foscoritos de Salitre: (a) flogopita com pleocroísmo verde-laranja em P1; (b) raro grão de flogopita encontrado nos foscoritos P2, mostrando uma zona externa descontínua com pleocroísmo em tons de vermelho mais forte.

A figura 3.12 mostra a relação entre o teor médio de MgO na flogopita e na rocha hospedeira. À semelhança do que ocorre com a olivina, a flogopita dos foscoritos P2, mais evoluídos, contém maiores teores de MgO do que a de P1, e ambas contêm mais MgO que as de bebedouritos. A relação com o teor de MgO da rocha hospedeira não é clara, a variação de MgO na flogopita de rochas da série foscorítica ocorre em um pequeno intervalo e aparentemente independe da quantidade de MgO na rocha. Na série bebedourítica, a diminuição do teor de MgO na flogopita, acompanha a diminuição do teor de MgO na rocha, mas esta relação não é linear.

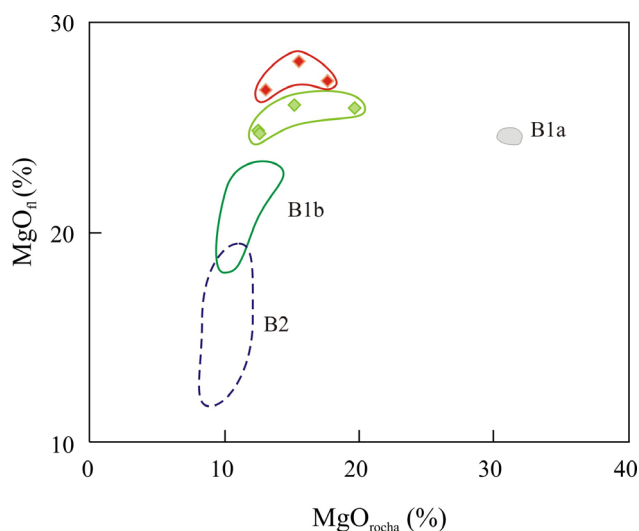


Figura 3.12 – relação de MgO no grão de flogopita (média de análises) versus MgO na respectiva rocha. Símbolos como na figura 3.4. Campos correspondem a bebedouritos de Salitre I – B1a, B1b e B2 (Barbosa et al., 2009 – capítulo 2).

Krasnova *et al.* (2004a) reporta que foscoritos de estágios iniciais da evolução apresentam flogopita caracterizada por um alto #Mg (0.70-0.95), e Ti moderado (0.1 – 0.4% TiO₂), além de BaO abaixo de 0.6%. Já foscoritos tardios apresentam tetra-ferriflogopita, também caracterizada por um alto #Mg (> 0.75), e um teor de Al₂O₃ amplamente variável (10.2 – 0.6%). Lee *et al.* (2003) descrevem uma passagem contínua de flogopita para tetra-ferriflogopita no complexo de Sokli, Finlândia, em pares carbonatito-foscorito progressivamente mais evoluídos. A flogopita em foscoritos de Salitre I apresenta valores ainda mais altos de #Mg (0.87 – 0.96 em P1 e 0.93 – 0.99 em P2) do que as observadas em outros foscoritos.

TiO₂ (figura 3.13b) apresenta correlação negativa com a razão MgO/(MgO+FeO). A flogopita de P1 varia em um intervalo relativamente amplo (0.2 a 1.3%), enquanto em P2 a flogopita

apresenta quantidades baixas de TiO_2 . O maior teor de titânio na flogopita de P1 sugere uma ligação genética dessas rochas com a série bebedourítica, a qual é caracterizada em Salitre pela grande quantidade de TiO_2 . A presença de grãos alterados de perovskita e de lamelas de exsolução de ilmenita em magnetita nas rochas de P1 corrobora esta hipótese.

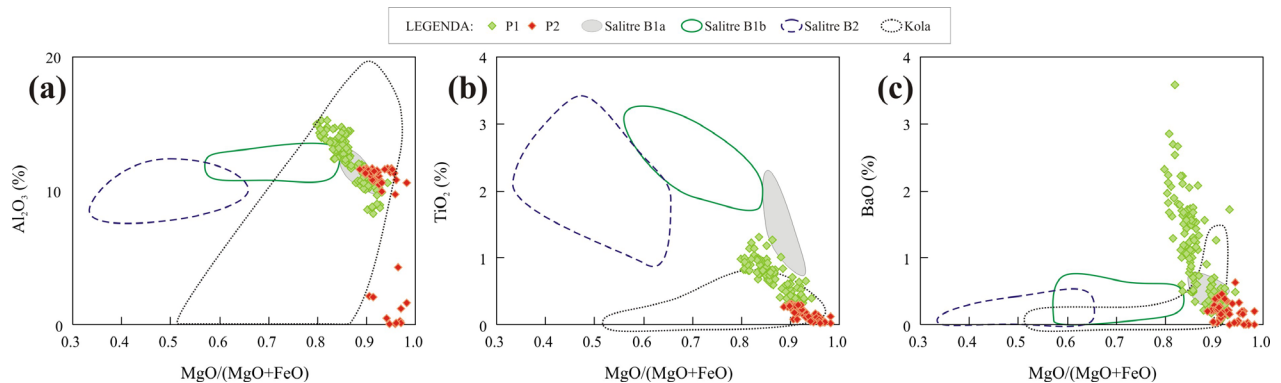


Figura 3.13 – relação da razão $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})$ com (a) Al_2O_3 ; (b) TiO_2 ; (c) BaO , para as unidades P1 e P2 de Salitre 1. Os campos composicionais de flogopita das gerações distintas de bebedourito de Salitre 1 (B1a, B1b e B2, Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) e em foscoritos dos complexos de Kovdor (Krasnova et al., 2004b), Sokli (Lee et al., 2003) e Vuorijarvi (Karchevsky & Moutte, 2004), pertencentes à província de Kola, são mostrados para comparação.

A flogopita de P1 contém os mais altos valores BaO (até 3.4%) e, nesse sentido, distingue-se da flogopita dos bebedouritos, que são caracterizadas por baixo BaO . A flogopita de P2 possui no máximo 0.6% BaO (Fig. 3.13c).

O conjunto de gráficos da figura 3.14 mostra que a substituição de K por Ba no sítio intercarnada da flogopita de P1 está intimamente relacionado à substituição acoplada de alumínio por sílica no sítio tetraédrico, mas não tem relação com a variação ao longo da série flogopita – tetra-ferriflogopita.

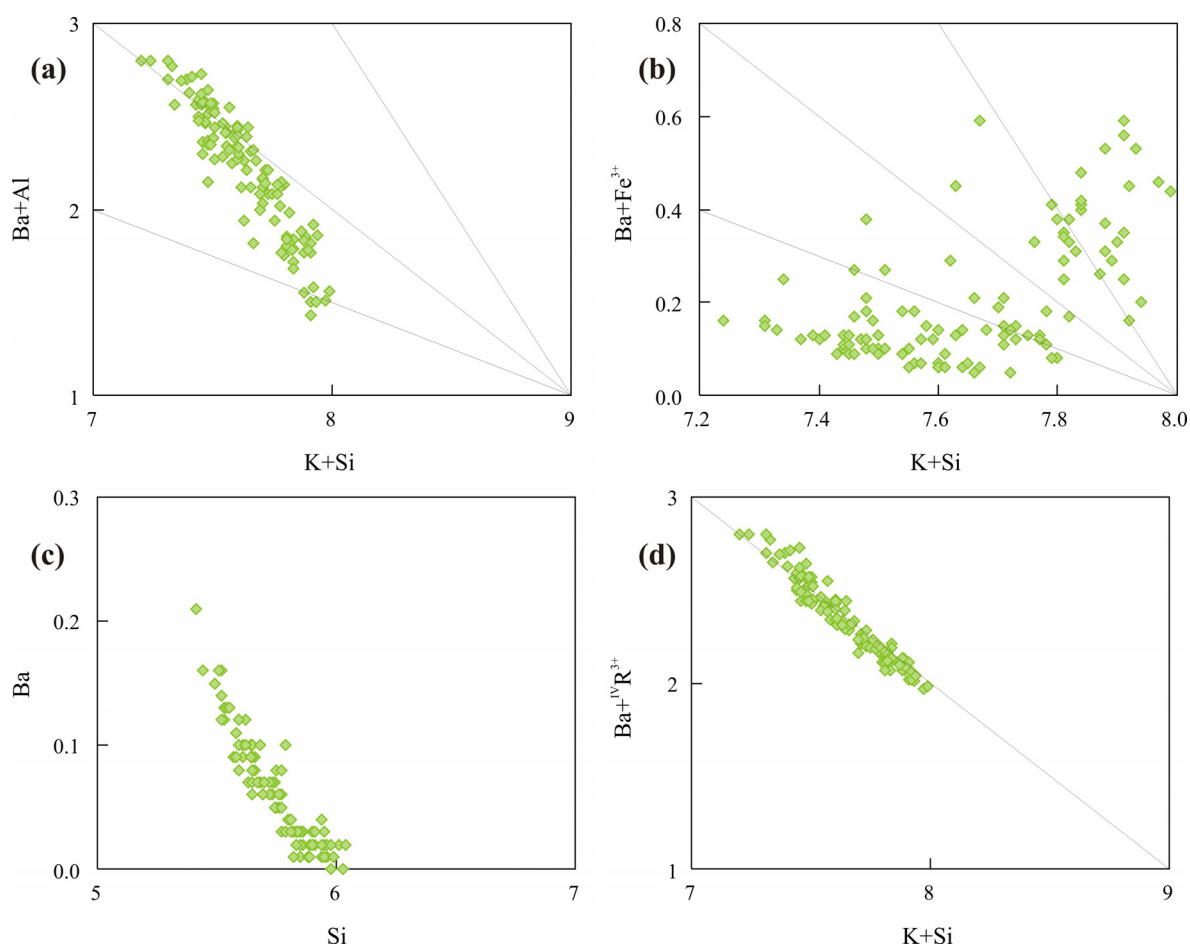


Figura 3.14 – mecanismos de substituição em flogopita de P1: (a) $K + Si = Ba + {}^{IV}Al$; (b) $K + Si = Ba + Fe^{3+}$; (c) correlação negativa $Si - Ba$; (d) correlação negativa na proporção 1:1 ente $K + Si$ e $Ba + {}^{IV}Al + {}^{IV}Fe^{3+}$. Todas as variáveis são cátions por unidade de fórmula. Note que a ausência de correlação no diagrama (b) indica que a entrada de Ba na flogopita não está ligada à substituição na série flogopita-tetra-ferriflogopita.

Foley (1989) sugere que altos teores de BaO em flogopita refletem altos teores de BaO em suas rochas hospedeiras, e que esse Ba foi concentrado por cristalização fracionada. Guo & Green (1990) mostraram experimentalmente que a quantidade de Ba que pode ser acomodada na estrutura da flogopita é determinada pela solubilidade do Ti, que aumenta com o aumento da temperatura. Eles sugerem que a partição de Ba entre a flogopita e o líquido é mais controlada por esse efeito composicional do que por condições térmicas. O estudo de Guo & Green (1990) também mostra que o aumento da pressão diminui a quantidade de Ba que pode ser acomodada na estrutura da flogopita. A figura 3.15 mostra que o teor de BaO diminui com a diminuição de TiO_2 , confirmando uma relação entre esses elementos em flogopitas dos foscoritó P1 de Salitre. Os controles acima são

consistentes com uma evolução magmática de P1 para P2, envolvendo a diminuição tanto de Ba quanto de Ti na flogopita.

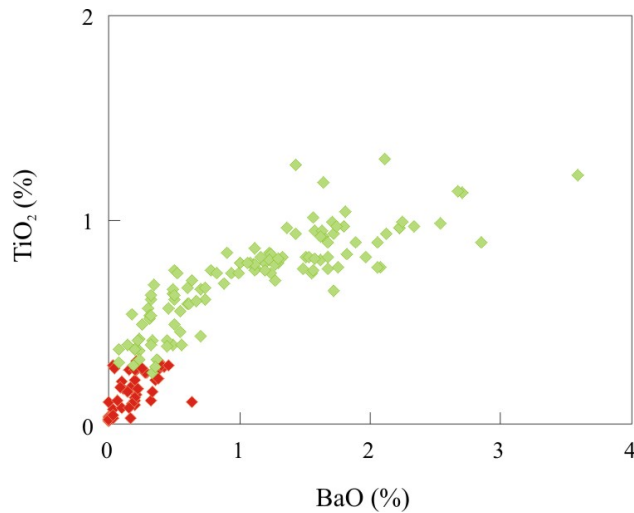


Figura 3.15 – Variação de BaO em flogopita de foscoritos de Salitre I, em função do TiO_2 . Nota-se na figura que o teor de BaO diminui com a diminuição de TiO_2 para flogopitas de foscoritos P1. Símbolos como na figura 3.13.

Em Salitre I, carbonatitos contêm os mais altos teores de Ba em rocha total (até 3000 ppm, Barbosa *et al.*, 2009c – capítulo 4). Foscoritos e bebedouritos geralmente contêm até 1000 ppm de Ba, exceto pelas amostras com flogopita de alto Ba, que atingem ca. 3000 ppm de Ba em rocha total, o que é consistente com o enriquecimento deste elemento na flogopita.

3.5.3 MAGNETITA

Na série foscorítica de Salitre I, o grupo do espinélio é representado pela magnetita, presente em todas as unidades e cuja proporção modal aumenta gradativamente no sentido P1 - P2. Em P1, a magnetita é anédrica e intersticial (Fig. 3.16a), sugerindo caráter intercumulus. Grãos de magnetita em P2 podem ser bem formados, mas frequentemente apresentam hábito poiquilítico (Fig. 3.16b) e bordas corroídas (Fig. 3.16c). A ilmenita ocorre como lamelas de exsolução em magnetita, mais comumente em P1, e raramente em P2. A tabela 3.3 mostra análises representativas de grãos de magnetita de foscoritos.

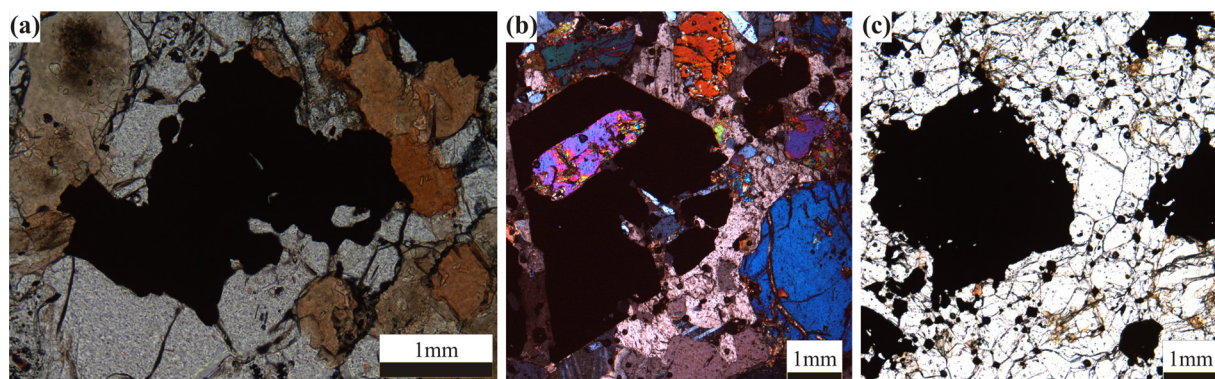


Figura 3.16 – Aspectos da magnetita de Salitre: (a) grão anédrico intersticial em P1 (nicóis paralelos); (b) grão euédrico, poiquilítico, englobando olivina em P2 (nicóis cruzados); (c) bordas corroídas em magnetita de P2 (nicóis paralelos).

Tabela 3.3 – Análises representativas de magnetita de foscoritós de Salitre.

| Rocha | SF101.5 | SF104 | SF104 | 145A | 37B65A | 37B65B |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P2 | P2 | P2 |
| SiO ₂ | n.d. | n.d. | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.06 |
| TiO ₂ | 1.76 | 2.71 | 1.11 | 0.63 | 1.56 | 2.93 |
| Al ₂ O ₃ | 0.06 | 0.09 | n.d. | 1.70 | 0.06 | 0.34 |
| FeO | 26.38 | 28.30 | 29.56 | 17.29 | 25.05 | 25.19 |
| Fe ₂ O ₃ | 65.36 | 65.05 | 67.36 | 71.42 | 66.44 | 66.26 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | n.d. |
| MnO | 0.84 | 0.91 | 0.43 | 1.07 | 1.09 | 1.00 |
| MgO | 2.98 | 2.85 | 1.89 | 9.18 | 3.91 | 5.42 |
| CaO | n.d. | n.d. | n.d. | 0.01 | 0.14 | 0.01 |
| NiO | n.d. | 0.03 | 0.02 | n.d. | 0.04 | n.d. |
| ZnO | 0.09 | 0.17 | n.d. | 0.07 | 0.18 | 0.03 |
| V ₂ O ₅ | n.d. | 0.08 | 0.30 | 0.07 | 0.21 | 0.13 |
| Total | 97.51 | 100.20 | 100.75 | 101.47 | 98.74 | 101.37 |
| Si | - | - | 0.005 | 0.009 | 0.007 | 0.018 |
| Al | 0.022 | 0.033 | 0.000 | 0.562 | 0.022 | 0.116 |
| Ti | 0.409 | 0.611 | 0.252 | 0.133 | 0.353 | 0.641 |
| Fe ² | 6.798 | 7.101 | 7.448 | 4.062 | 6.331 | 6.119 |
| Fe ³ | 15.156 | 14.687 | 15.271 | 15.104 | 15.108 | 14.483 |
| Cr | 0.005 | 0.003 | 0.013 | 0.003 | 0.008 | - |
| Mn | 0.218 | 0.232 | 0.110 | 0.254 | 0.278 | 0.245 |
| Mg | 1.370 | 1.276 | 0.847 | 3.846 | 1.763 | 2.347 |
| Ca | - | - | - | 0.002 | 0.045 | 0.004 |
| Ni | 0.001 | 0.006 | 0.005 | - | 0.010 | - |
| Zn | 0.021 | 0.037 | - | 0.015 | 0.041 | 0.007 |
| V | - | 0.016 | 0.060 | 0.014 | 0.042 | 0.024 |
| Cations | 24.000 | 24.003 | 24.011 | 24.003 | 24.008 | 24.005 |

Fe³⁺ estimado por balanço de carga. Cations calculados na base de 32 oxigênios.

A maioria dos grãos de magnetita em complexos carbonatítico-foscoríticos contém alto MgO (2.5 – 8%) e Al₂O₃ (0.5 – 3.8%), e teores de Cr₂O₃ e NiO abaixo de <0.02% (Krasnova *et al.*, 2004a). No complexo de Tapira, na porção sul da APIP, Brod *et al.* (2005) ressaltam que espinélio rico em Cr (cromita) é restrito a flogopita picritos, considerados como o magma parental dos complexos da província.

Eriksson (1989) reporta que a magnetita em foscoritos do complexo de Phalaborwa apresenta um intervalo composicional restrito, caracterizado pelos baixos teores de Cr₂O₃ e TiO₂, mas os concentrados minerais de magnetita de foscoritos daquele complexo podem atingir até 4% de TiO₂, sugerindo a presença de ilmenita no concentrado. Krasnova *et al.* (2004a) consideram que a maioria dos foscoritos contém magnetita com baixa concentração de TiO₂, mas que este pode ser relevante em magnetita de foscoritos com olivina e tetra-ferriflogopita (3 – 5%) e, em determinados complexos alcalinos, chegar até 7.7% na magnetita de foscoritos com diopsídio ou flogopita (complexos de Seblyavr e Magan, respectivamente). Ainda segundo Krasnova *et al.* (2004a), quando rica em titânio a magnetita de foscoritos frequentemente contém exsoluções de ilmenita-geikielita.

Alguns autores consideram que em estágios iniciais, a magnetita contém teores significativos de Al₂O₃, MgO, TiO₂ e MnO, que tendem a diminuir até chegar a uma composição de quase puro Fe₃O₄ em fases tardias (e.g. Sokli, Lee *et al.*, 2004; Vuoriyarvi, Karchevsky & Moutte, 2004). Em outros casos, como no complexo de Kovdor (Krasnova *et al.*, 2004b) observa-se um aumento inicial de MgO, Al₂O₃ e TiO₂ nas magnetitas dos estágios precoces e intermediários de evolução, mas os teores desses elementos diminuem nas magnetitas dos foscoritos mais tardios.

A composição e variações da magnetita dos foscoritos de Salitre I é consistente com a descrita na literatura para outros complexos foscorítico-carbonatíticos, ou seja, próxima da composição ideal do membro final Fe₃O₄, com limitada substituição de Ti e Al. A figura 3.17 mostra o comportamento de TiO₂, Al₂O₃ e MnO em relação a MgO na magnetita das unidades de foscoritos de Salitre I. A magnetita dessas rochas é mais rica em MgO do que a magnetita dos bebedouritos associados, e o teor de MgO na magnetita aumenta de P1 (1.7–3.3%) para P2 (3.5–9.1%), indicando uma evolução semelhante àquela observada para a olivina e flogopita nessas rochas. A figura 3.17a mostra que o teor de TiO₂ em magnetitas de P1 varia amplamente (1–5%),

enquanto as de P2 apresentam um intervalo composicional mais restrito (0.3–3%). A concentração de titânio na magnetita parece diminuir de P1 para P2.

Os teores de Al_2O_3 (Fig. 3.17b) em magnetitas de P1 são muito baixos (até 0.2 %), mas aumentam significativamente em P2 (até 1.9%), acompanhando a variação do MgO. MnO (Fig. 3.17c) na magnetita aumenta na sequência P1-P2. Em todos os foscoritos analisados, o teor de NiO da magnetita é muito baixo (até 0.1%) e não apresenta correlação significativa com MgO. Cr_2O_3 é insignificante (abaixo do limite de detecção) em todos os casos.

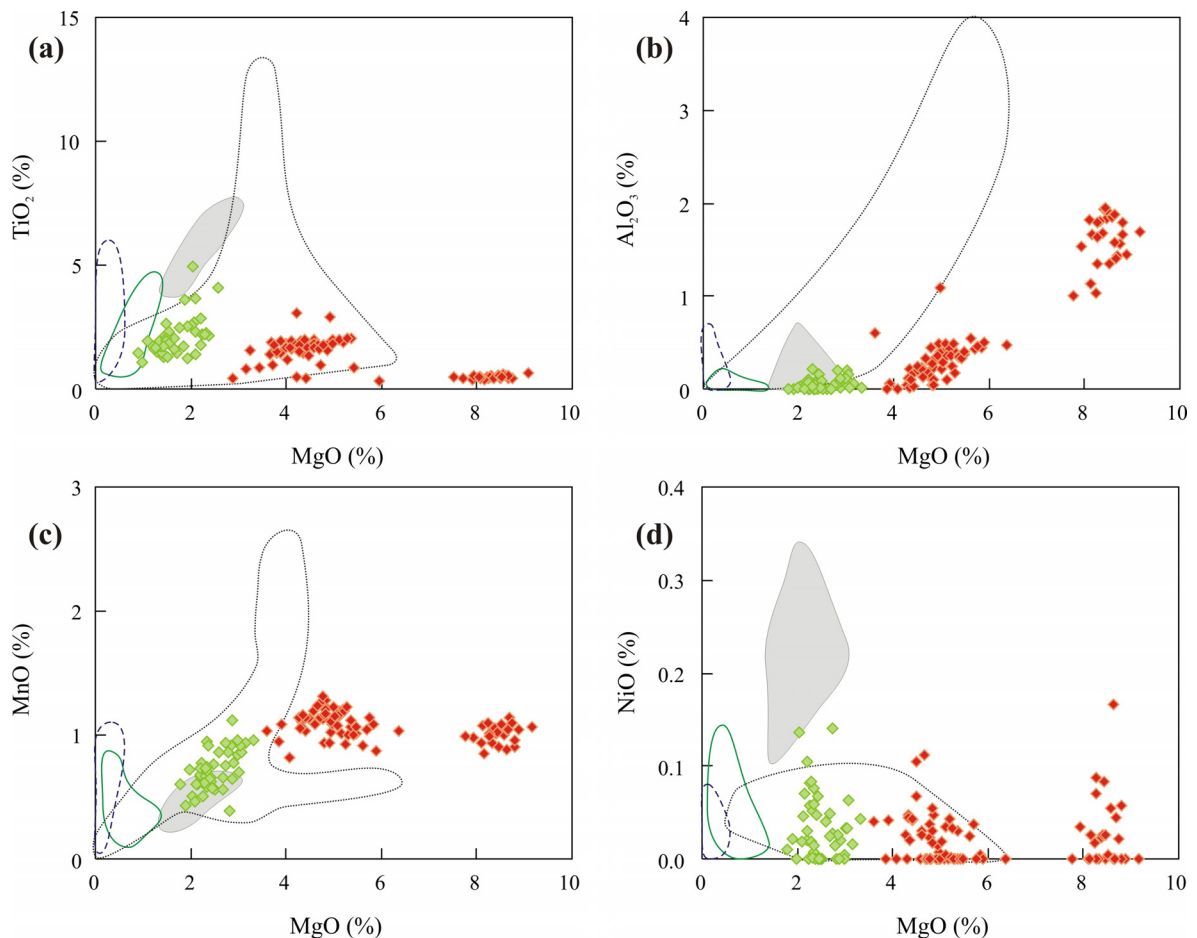


Figura 3.17 – relação da quantidade de MgO em magnetita de foscoritos de Salitre com (a) TiO_2 ; (b) Al_2O_3 ; (c) MnO ; (d) NiO . Campos representativos da composição de bebedouritos de Salitre I (Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) e de foscoritos da província de Kola (Karchevsky & Moutte, 2004; Lee et al., 2005, Krasnova et al., 2004b) são mostrados para comparação. Símbolos e campos como na figura 3.13.

O diagrama $Ti-Fe^{3+}$ da figura 3.18 mostra que o trend de evolução do espinélio de foscoritos de Salitre I nesse sistema é consistente com o caráter mais evoluído dessas rochas, com respeito aos

bebedouritos de Salitre I e de Tapira, e aos magmas parentais dos complexos alcalinos do Alto Paranaíba (flogopita picritos). As diferentes unidades de foscoriticos mostram grande superposição composicional neste diagrama.

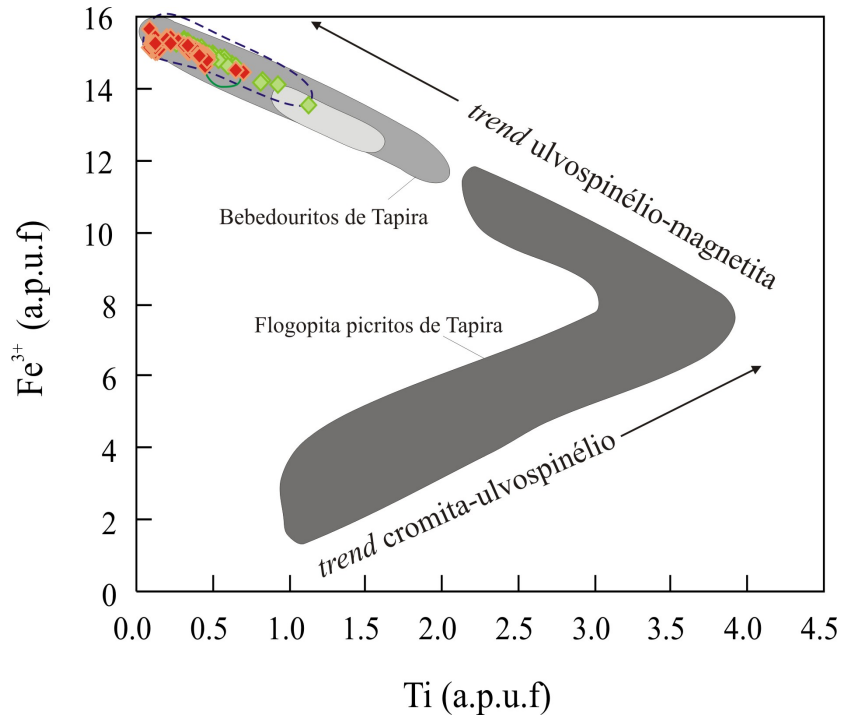


Figura 3.18 – Diagrama $Ti - Fe^{3+}$, mostrando os trends cromita-ulvoespiniólio e ulvo-espiniólio-magnetita. Os campos de magnetita dos bebedouritos de Salitre (Barbosa et al., 2009a, capítulo 2) e Tapira (Brod et al., 2005, além das composições de magnetita nos magmas parentais dos complexos da APIP (Brod et al., 2005) são mostrados para comparação. Outros símbolos como na figura 3.13.

3.5.4 APATITA

A apatita é um mineral muito abundante em complexos alcalino-carbonatíticos, e amplamente explotada nesses complexos como fonte de fosfato para a indústria química e, principalmente, de fertilizantes. Em Salitre, apatita ocorre em todos os tipos petrográficos, desde quantidades mínimas em algumas das rochas silicáticas, passando por acessório em alguns bebedouritos e carbonatitos, até essencial em rochas da série foscoritica. Localmente forma cumulos monominerálicos (apatititos) em carbonatito. A tabela 3.4 mostra análises representativas de apatita em foscoriticos de Salitre.

Tabela 3.4 – Análises representativas de apatita de foscoritos de Salitre I.

| Rocha | SF101.5 | SF101.7 | SF101.7 | 145A | 37B65A | 37B65B |
|--------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P2 | P2 | P2 |
| SiO ₂ | 0.06 | 0.61 | 1.01 | 0.04 | 0.21 | 0.59 |
| FeO | n.d. | 0.01 | n.d. | 0.01 | n.d. | 0.06 |
| MgO | 0.03 | 0.03 | 0.05 | n.d. | 0.06 | 0.08 |
| SrO | 0.65 | 0.77 | 0.82 | 0.62 | 0.71 | 0.93 |
| CaO | 53.57 | 52.30 | 52.53 | 53.52 | 54.26 | 53.25 |
| Na ₂ O | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| P ₂ O ₅ | 42.53 | 42.25 | 40.42 | 42.43 | 41.88 | 42.23 |
| SO ₃ | 0.01 | 0.05 | 0.11 | 0.06 | 0.07 | 0.03 |
| BaO | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0.09 | 0.11 |
| La ₂ O ₃ | 0.30 | 0.42 | 0.46 | 0.09 | 0.35 | 0.35 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.66 | 0.84 | 0.92 | 0.15 | 0.62 | 0.36 |
| Cl | 0.02 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.01 | 0.01 |
| Total | 99.60 | 99.04 | 98.07 | 98.71 | 100.04 | 99.77 |
| H | 1.78 | 1.77 | 1.74 | 1.77 | 1.78 | 1.78 |
| Si | 0.010 | 0.104 | 0.174 | 0.008 | 0.036 | 0.100 |
| Fe ² | - | 0.001 | - | 0.002 | - | 0.009 |
| Mg | 0.008 | 0.008 | 0.013 | - | 0.014 | 0.019 |
| Sr | 0.064 | 0.076 | 0.082 | 0.061 | 0.070 | 0.091 |
| Ca | 9.745 | 9.598 | 9.720 | 9.779 | 9.818 | 9.668 |
| Na | - | - | - | - | - | - |
| P | 6.113 | 6.127 | 5.910 | 6.127 | 5.987 | 6.058 |
| S | 0.001 | 0.007 | 0.014 | 0.008 | 0.009 | 0.004 |
| Ba | - | - | - | - | 0.006 | 0.007 |
| La | 0.019 | 0.027 | 0.029 | 0.006 | 0.022 | 0.022 |
| Ce | 0.041 | 0.052 | 0.058 | 0.010 | 0.039 | 0.022 |
| Cations | 16.000 | 16.000 | 16.000 | 16.000 | 16.000 | 16.000 |

Cations calculados na base de 25 oxigênios. n.d. = não detectado.

A apatita é uma fase geralmente precoce em complexos carbonatíticos, e persiste até os últimos estágios evolutivos. Quatro tipos de apatita são descritos nesses complexos – fluorapatita, hidroxiapatita, carbonato fluorapatita e carbonato hidroxiapatita, dentre as quais a fluorapatita o tipo mais comum (Hogarth, 1989).

Em foscoritos, a apatita tende a apresentar pouca variação composicional, sendo que a maioria das análises disponíveis na literatura corresponde à mudança de hidroxiapatita em estágios iniciais

para fluorapatita em estágios tardios da evolução. Pode ocorrer um ligeiro aumento de SrO, Na₂O e F com a evolução magmática (Lee *et al.*, 2004; Krasnova *et al.* 2004a; Karchevsky & Moutte, 2004). São característicos também os baixos teores de ETR₂O₃ (0.05–1.0%), que tendem a aumentar com a diferenciação. Outros elementos-traço, como Si e S estão presentes em pequenas quantidades, geralmente abaixo de 0.2% em óxidos. Krasnova *et al.* (2004b) observa que a apatita de foscoritos ricos em olivina, pertencentes aos estágios iniciais de evolução da série foscorítica, são mais pobres em F (<1%), enquanto em foscoritos ricos em calcita e com presença de tetra-ferriflogopita, a apatita é enriquecida em F (cerca de 1.5%).

Brassinnes *et al.* (2005) observaram que, no complexo de Vuoriyarvi, a apatita de clinopiroxenitos é rica em Ca, e pobre em Na e ETR, enquanto em carbonatitos a apatita é significativamente mais rica em ETR, e pobre em Ca.

A apatita de foscoritos de Salitre I apresenta o mesmo hábito para todos os litotipos descritos – grãos prismáticos, com bordas ligeiramente arredondadas, frequentemente ocorrendo juntos, na forma de agregados. Em P1, a apatita é rica em inclusões fluidas (Fig. 3.19a), muitas vezes bifásicas ou trifásicas, enquanto em P2 os grãos de apatita são límpidos, desprovidos de inclusões (Fig. 3.19b). Constanzo *et al.* (2006) interpretaram variações na quantidade de inclusões fluidas em grãos individuais de apatita do complexo de Jacupiranga como resultado de cristalização em uma câmara magmática estratificada em relação aos fluidos. No caso de Salitre, é possível que as características distintas da apatita entre diferentes unidades estejam relacionadas à desgaseificação em algum estágio intermediário na evolução do complexo, após a cristalização de P1.

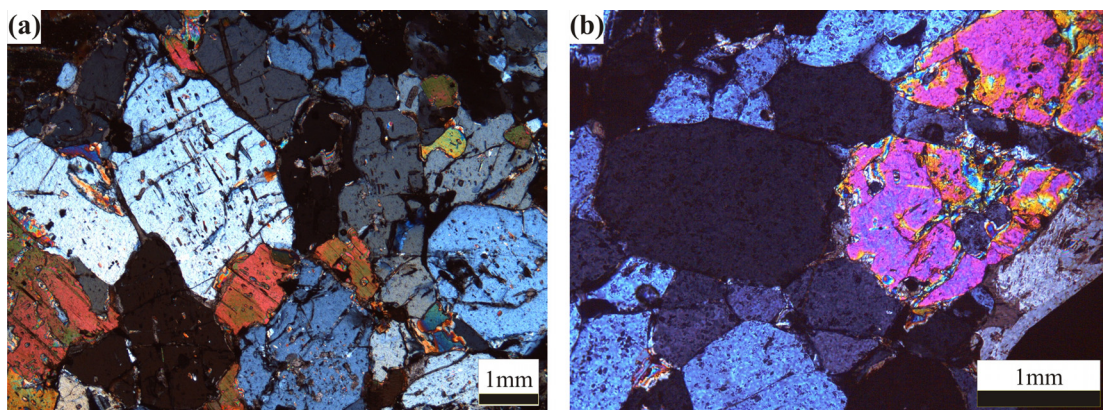


Figura 3.19 – Grãos prismáticos arredondados de apatita de foscoritos de Salitre: (a) freqüente presença de inclusões em P1 (nicóis cruzados); (b) limpos em P2 (nicóis cruzados).

No presente trabalho não foi possível analisar flúor na apatita e, portanto, não é possível aferir o estágio de evolução da apatita a partir deste elemento, bem como estimar as quantidades de OH. Entretanto, no que diz respeito aos demais constituintes, a apatita dos foscoritos de Salitre possui características semelhantes às da maioria das apatitas de foscoritos descritas na literatura, isto é, composição próxima da ideal, com variação composicional restrita. Os grãos analisados possuem até 1% de SiO₂, 0.1% de FeO, 0.1% de MgO, 0.1% de SO₃ e 0.2% de BaO. SrO varia de 0.4 a 1.3%, e Cl e Na₂O estão abaixo do limite de detecção (< 0.05%). A maior variação composicional observada foi nos elementos terras raras (La₂O₃ e Ce₂O₃), onde as apatitas de P1 são ligeiramente mais ricas em ETR (0.6 – 1.7%) do que as de P2 (0.1-1.0%), embora com alguma superposição.

A figura 3.20a mostra que a substituição do tipo britolita ($\text{Ca}^{2+} + \text{P}^{5+} = \text{ETR}^{3+} + \text{Si}^{4+}$, Hogarth, 1989) é a mais relevante nas apatitas estudadas, que se alinham ao longo de uma correlação negativa 1:1. A progressão geral é no sentido de diminuição de Si + ETR de P1 para P2, o que é consistente com as relações núcleo-borda observadas na maioria dos grãos individuais. Substituição do tipo britolita também é observada em apatita dos bebedouritos de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009a, Capítulo 2), mas existe uma ampla superposição entre os campos de B1b e B2.

As figuras 3.20b e 3.20c mostram que a apatita dos foscoritos de Salitre é ligeiramente mais pobre em cálcio que a dos bebedouritos coexistentes (Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2). Entretanto, a falta de correlação nos dois diagramas indica que esta feição não é causada pela substituição do tipo belovita ($2\text{Ca}^{2+} = \text{Na}^{+} + \text{ETR}^{3+}$ - Hogarth, 1989, figura 3.20b) nem pela substituição de Ca por Sr. Por outro lado, apesar da dispersão observada a figura 3.20b sugere que as apatitas de P1 seguem o trend composicional das apatitas dos bebedouritos do tipo B1b (ricos em perovskita), enquanto as de P2 são uma continuação do trend observado em bebedouritos do tipo B2 (ricos em melanita) de Salitre.

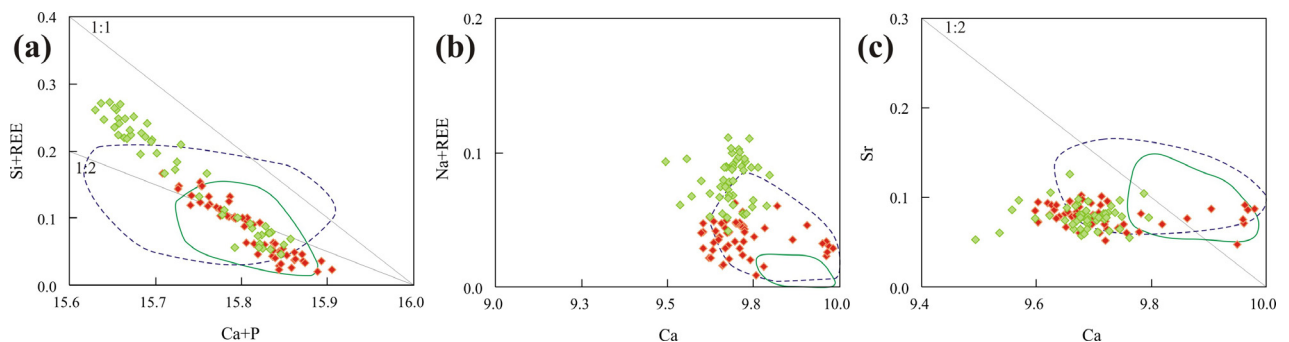


Figura 3.20 – Substituições presentes em apatita de foscoritos de Salitre: (a) substituição do tipo britolita; (b) substituição do tipo belovita (Hogarth, 1989); (c) substituição de Ca por Sr. Campos:

linha sólida refere-se a apatita de bebedouritos do tipo B1b de Salitre, enquanto o linha tracejada corresponde a bebedouritos B2 de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009a, capítulo 2). Símbolos como na figura 3.13.

A figura 3.21 compara as apatitas de foscoritos de Salitre I com outras ocorrências de foscoritos, levando em conta as substituições mais relevantes. As apatitas estudadas neste trabalho são semelhantes às dos foscoritos da província de Kola (Krasnova *et al.* 2004b; Karchevsky & Moutte, 2004; Lee *et al.* 2004). Em comparação com as apatitas de rochas da série foscorítica do complexo de Catalão I (Cordeiro *et al.*, 2009a), observa-se uma clara correspondência dos dados de Salitre I com os foscoritos mais precoces de Catalão, com as apatitas de ambos grupos plotando ao longo de uma correlação 1:1 da substituição tipo britolita. Por outro lado, as rochas mais evoluídas de Catalão I (nelsonitos das unidades P2 e P3 de Cordeiro *et al.*, 2009a, e dolomita carbonatitos associados) claramente distribuem-se ao longo de uma linha de substituição direta de Ca por Sr 1:1, com o componente britolita subordinado. Este comportamento sugere que as unidades foscoríticas descritas neste trabalho correspondem aos termos menos evoluídos de Catalão I, e que as apatitas de rochas da série foscorítica como um todo evoluem inicialmente pela substituição do tipo britolita, com diminuição de Si e ETR, enquanto nos estágios finais ocorre preferencialmente a incorporação de Sr em substituição ao Ca.

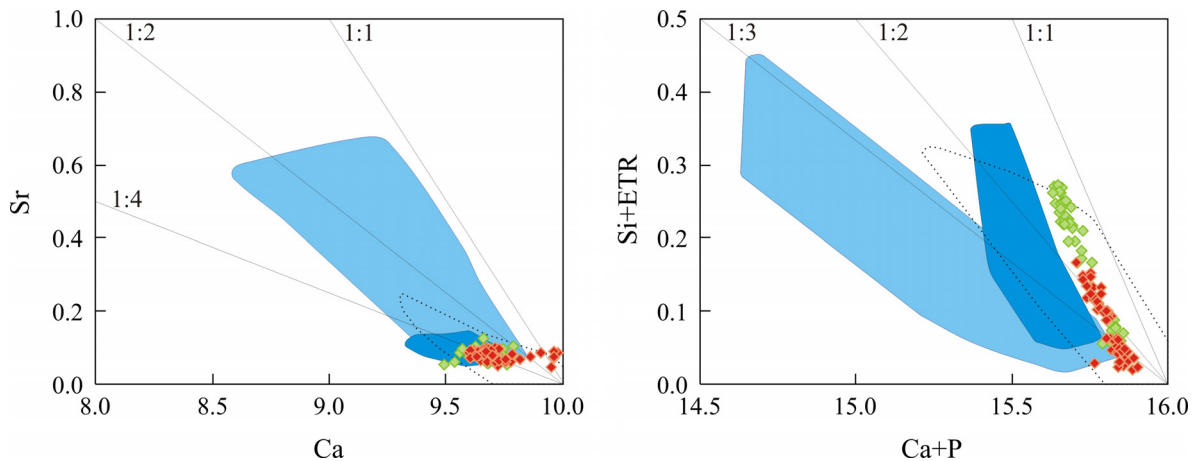


Figura 3.21 – Comparação da apatita de foscoritos de Salitre com outras ocorrências de foscoritos. Campo pontilhado representa a composição de apatita dos foscoritos de Kola (Kovdor, Krasnova *et al.* 2004b; Vuoriyarvi, Karchevsky & Moutte, 2004; Sokli, Lee *et al.* 2004) Campo azul escuro representa apatitas de foscoritos da unidade P1 de Catalão I e campo azul claro representa a composição de apatita em nelsonitos tardios e dolomita carbonatitos associados de catalão I (Cordeiro *et al.*, 2009a). Símbolos como na figura 3.13.

3.5.5 PIROCLORO

O pirocloro se destaca dentre os minerais de complexos carbonatíticos por ser a principal fonte econômica de Nb no mundo. É um acessório comum em rochas das séries carbonatítica e foscorítica.

O grupo do pirocloro apresenta a seguinte fórmula geral (Lumpkin & Ewing 1995): $A_{2-m}B_2X_6Y_{1-n} \cdot pH_2O$, onde A = Na, Ca, Mn, Fe^{2+} , Sr, Sb, Cs, Ba, Sc, ETR+Y, Pb, Bi, Th e U; B = Nb, Ta, Ti, Al, Fe^{3+} , Zr, Sn e W; X = O^{2-} ; e Y = O^{2-} , OH^- e F^- . Pode ser dividido em três espécies principais – pirocloro ($Nb+Ta > 2Ti$, $Nb > Ta$), microlita ($Nb+Ta > 2Ti$, $Ta \geq Nb$) e betafita ($2Ti \geq Nb+Ta$).

A maioria das análises de pirocloro de carbonatitos corresponde ao tipo pirocloro. Apesar do tipo betafita não ser comum em carbonatitos, devido à insuficiência de Ti, análises de betafita já foram descritas na literatura (Hogarth, 1989). Pirocloro rico em Ta também ocorre, como por exemplo em carbonatitos de Blue River, Canadá (Simandl *et al.*, 2001).

O pirocloro parece estar associado principalmente a estágios tardios da evolução de foscoritos e carbonatitos. Em proporções menores, pode ocorrer em foscoritos e cálcio carbonatitos de estágios mais precoces (Chakhmouradian & Williams, 2004).

Lee *et al.* (2004, 2006) descrevem a ocorrência de pirocloro em estágios intermediários a tardios em foscoritos e carbonatitos (foscoritos P2-P3 e carbonatitos C2, C3, D4 e D5) no complexo de Sokli, na Finlândia. O pirocloro inicial é rico em U e Ta, com diminuição de U, Ta e Ti e aumento de Th e ETR para as bordas. Em um estágio seguinte, o pirocloro torna-se muito mais rico em Th e REE, e ainda mostra uma substancial zonação em direção à diminuição de Ta-U, e bordas ricas em Th. O pirocloro mais tardio é empobrecido em Th, e o conteúdo de F e Sr aumenta.

A Província Ígnea do Alto Paranaíba detém as maiores jazidas mundiais de nióbio, e também a ampla maioria da produção mundial deste bem mineral. Depósitos de Nb em pirocloro ocorrem nos complexos de Araxá, Catalão I e Catalão II. Pirocloro está presente também em foscoritos e carbonatitos dos demais complexos da província (Salitre, Tapira e Serra Negra), mas até o momento não são conhecidas concentrações econômicas nesses casos. Segundo Cordeiro *et al.* (2009b) o pirocloro primário do complexo de Catalão I contém baixos teores de TiO_2 e Ta_2O_5 e corresponde aos estágios intermediários a finais da evolução descrita por Lee *et al.* (2004, 2006) para o complexo de Sokli. Sua composição está restrita ao membro final pirocloro, inicialmente rico em Ca e

mostrando um enriquecimento em sódio como resultado da evolução magmática. Por outro lado, o pirocloro do depósito residual (intempérico) de Catalão I é marcado por substituição de Ca e Na por Ba e, em menor proporção, Sr.

Assim como em Sokli e Catalão I, a presença de pirocloro é extensa em Salitre I, associada carbonatitos e foscoritos. Dentre os carbonatitos, ocorre em todos os tipos petrográficos, mas nas rochas da série foscorítica está ausente nos estágios iniciais (P1). Forma grãos euédricos a subédricos, com até 4 mm, zonados ou não, e cor variando de vermelho a laranja. Análises representativas de pirocloro de foscoritos de Salitre estão na tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Análises representativas de pirocloro de foscoritos de Salitre I.

| Rocha | 37B65A | 37B65B | 37B65B | 37B65B |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Unidade | P2 | P2 | P2 | P2 |
| Nb₂O₅ | 33.97 | 39.24 | 35.55 | 38.81 |
| Ta₂O₅ | 4.86 | 5.71 | 8.39 | 7.51 |
| TiO₂ | 4.94 | 4.35 | 4.23 | 4.17 |
| ZrO₂ | 7.25 | 6.92 | 7.43 | 6.33 |
| UO₂ | 4.65 | 6.11 | 6.33 | 6.11 |
| ThO₂ | 17.04 | 15.43 | 16.42 | 14.96 |
| La₂O₃ | 0.54 | 0.27 | 0.57 | 0.46 |
| Ce₂O₃ | 4.77 | 2.71 | 2.63 | 2.93 |
| Sm₂O₃ | 0.00 | 0.36 | 0.30 | 0.46 |
| FeO | 3.23 | 2.62 | 2.77 | 3.00 |
| MnO | 0.36 | 0.28 | 0.25 | 0.23 |
| CaO | 11.16 | 12.43 | 11.90 | 12.33 |
| SrO | 0.10 | 0.19 | 0.07 | 0.30 |
| Na₂O | 2.29 | 2.45 | 2.53 | 2.84 |
| Total | 95.15 | 99.04 | 99.36 | 100.44 |
| <i>A site</i> | | | | |
| U | 0.086 | 0.105 | 0.112 | 0.105 |
| Th | 0.324 | 0.271 | 0.297 | 0.264 |
| La | 0.017 | 0.008 | 0.017 | 0.013 |
| Ce | 0.146 | 0.076 | 0.077 | 0.083 |
| Sm | 0.000 | 0.010 | 0.008 | 0.012 |
| Fe² | 0.226 | 0.169 | 0.184 | 0.194 |
| Mn | 0.026 | 0.018 | 0.017 | 0.015 |
| Ca | 1.000 | 1.026 | 1.013 | 1.023 |
| Sr | 0.005 | 0.008 | 0.003 | 0.014 |
| Na | 0.372 | 0.366 | 0.389 | 0.426 |
| Cátions | 2.201 | 2.057 | 2.117 | 2.150 |
| <i>B site</i> | | | | |

Tabela 3.5 (continuação).

| Rocha | 37B65A | 37B65B | 37B65B | 37B65B |
|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Nb | 1.284 | 1.368 | 1.278 | 1.359 |
| Ta | 0.110 | 0.120 | 0.181 | 0.158 |
| Ti | 0.310 | 0.252 | 0.253 | 0.243 |
| Zr | 0.295 | 0.260 | 0.288 | 0.239 |
| Cátions | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |

Fórmula estrutural calculada na base \sum cations do sítio B = 2.

Em termos de Nb_2O_5 , TiO_2 e Ta_2O_5 , o pirocloro dos foscoritos P2 pertence ao sub-grupo do pirocloro (Fig. 3.22), e contém quantidades apreciáveis de Ta_2O_5 em relação ao dos carbonatitos de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009c – Capítulo 4), que apresentam variação somente em termos de TiO_2 e Nb_2O_5 . A figura 3.22 mostra a composição do pirocloro estudado neste trabalho com os campos composicionais de pirocloros de foscoritos de Sokli (Lee *et al.*, 2006) e de Catalão I (Cordeiro *et al.*, 2009b). Observa-se que o pirocloro dos foscoritos P2 de Salitre I tem composição similar ao pirocloro inicial (P2) de Sokli, porém com menores quantidades de Ta_2O_5 . O pirocloro de nelsonitos de Catalão I é pobre em Ta_2O_5 , sugerindo um caráter ligeiramente menos evoluído.

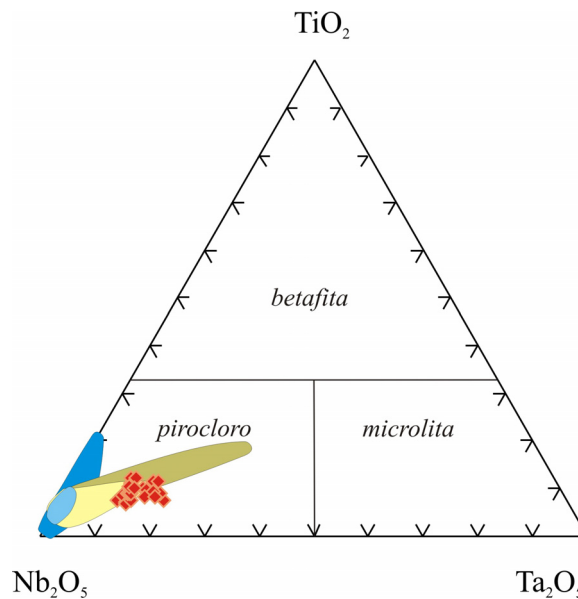


Figura 3.22 – Diagrama de classificação do pirocloro, baseado na relação $\text{TiO}_2 - \text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{Ta}_2\text{O}_5$ (Hogarth, 1977), mostrando a composição de pirocloro da unidade P2 do complexo de Salitre I. Para comparação são mostrados os campos de pirocloro em foscoritos de Sokli (P2 = amarelo escuro, P3 = amarelo claro, Lee *et al.*, 2006) e Catalão I (P2 = azul escuro, P3 = azul claro, Cordeiro *et al.*, 2009b) Símbolos como na figura 3.13.

O pirocloro de foscoritos P2 é rico em UO_2 (4.6-7.7%), Ta_2O_5 (4.6-9.4%), ThO_2 (13.7-17%) e FeO (2.2-3.3%). Os teores de ETRL ($\text{La}_2\text{O}_3+\text{Ce}_2\text{O}_3+\text{Sm}_2\text{O}_3$) variam de 2.5 a 6.5%. Outros constituintes, como MnO (até 0.3%), K_2O (até 0.1%), ZnO (até 0.2%), SrO (até 0.3%) são pouco significativos, e BaO está abaixo do limite de detecção em todos os grãos analisados. A ausência de BaO e os teores muito baixos de SrO no pirocloro sugere que o mineral não foi afetado por processos secundários, como hidrotermalismo ou intemperismo, e sua composição pode ser considerada representativa do pirocloro magmático de Salitre I.

Essas evidências indicam que o pirocloro dos complexos de Salitre I e Sokli representam estágios iniciais e intermediários na evolução de foscoritos, enquanto o pirocloro de Catalão I corresponde a estágios intermediários e tardios.

3.6 GEOQUÍMICA DE ROCHA TOTAL

A composição química de 9 amostras de foscorito do complexo de Salitre I foi determinada por ICP-AES (elementos maiores) e ICP-MS (elementos-traço e terras raras), sobre alíquotas fundidas com metaborato de lítio (LiBO_4). As análises foram realizadas no laboratório ACME, Canadá, e no laboratório de Geoquímica da Universidade de Brasília, Brasil, e os resultados são fornecidos na tabela 3.6.

3.6.1 ELEMENTOS MAIORES

Foscoritos abrangem um amplo espectro composicional, tanto em relação a elementos maiores quanto elementos-traço. Krasnova *et al.* (2004a) relacionam a variação de teores dos elementos maiores à presença e quantidade de minerais específicos. Por exemplo, a SiO_2 pode variar de 4.5% até um máximo de 35% em rochas ricas em forsterita, diopsídio ou flogopita. Foscoritos ricos em forsterita também possuem alto MgO , com valores de 40-42%, enquanto foscoritos que não contêm silicatos têm menos de 1% de MgO . A maior variação presente está no conteúdo de ferro, onde $\text{Fe}_2\text{O}_{3(t)}$ pode ser menor que 1% em alguns foscoritos, e até 95% em magnetitos. O teor de P_2O_5 está relacionado à apatita pode variar de 1 a 23% em foscoritos com forsterita, magnetita e apatita até cerca de 30% em apatitos (Krasnova *et al.*, 2004a).

A figura 3.23 ilustra a relação entre a abundância de minerais essenciais (apatita, olivina, flogopita e magnetita) e os teores de elementos correspondentes em foscoritos de Salitre. As altas correlações observadas sugerem que a maioria dos foscoritos estudados representa cumulados, o que

implica em que qualquer índice de diferenciação usado para aferir a evolução dessas rochas deve ser empregado com cautela.

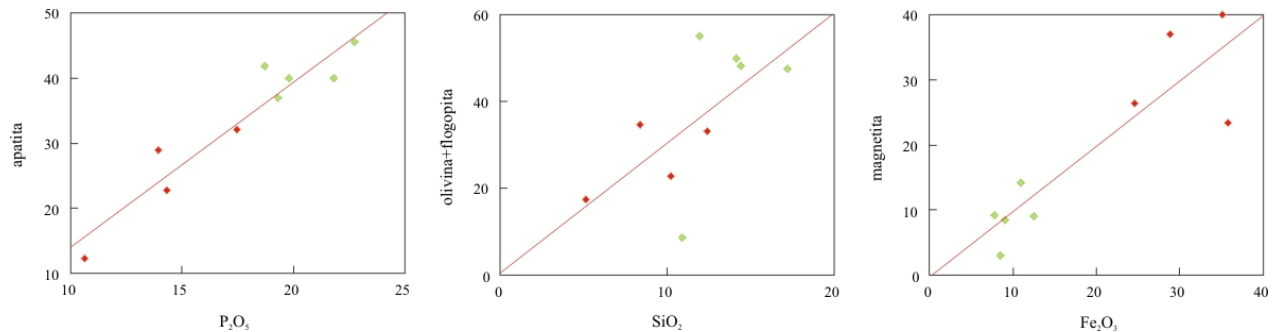


Figura 3.23 – Relação da concentração de elementos maiores selecionados com a abundância dos minerais relevantes dos foscoritites de Salitre. Note a correlação muito forte de P_2O_5 com apatita, e uma correlação acentuada, embora com maior dispersão, entre SiO_2 e olivina + flogopita e entre Fe_2O_3 e magnetita, sugerindo que estes elementos estão controlados por fases cumulus. Símbolos como na figura 3.13.

Embora com ampla superposição de intervalos, o teor de MgO em rocha total dos foscoritites de Salitre diminui com a evolução, na direção P1-P2 (Fig. 3.24), o que é consistente com as observações de Krasnova *et al.* (2004a) para os foscoritites da Província de Kola. Em Salitre, P1 apresenta os maiores teores de MgO (9.6 - 19.6%), seguido por P2, com valores ligeiramente menores (8.6 - 17.6%). A figura 3.24a compara a evolução das rochas das séries foscoritica e bebedourítica (Barbosa *et al.*, 2009a – Capítulo 2) de Salitre. Observa-se que a partir de um determinado momento na evolução, as duas séries seguem caminhos de diferenciação divergentes, formando um trend bifurcado. Esta parece ser uma feição sistemática em complexos alcalinos portadores de foscrito, como Catalão I (Cordeiro *et al.*, 2009b) e os complexos da Província de Kola (Krasnova *et al.*, 2004, e dados adicionais disponibilizados em <http://www.emse.fr/~moutte/>, ver também Downes *et al.*, 2005). Este padrão sugere imiscibilidade de líquidos entre as duas séries, porém os distintos pontos de bifurcação indicam que a separação ocorre a distintos estágios evolutivos para cada complexo.

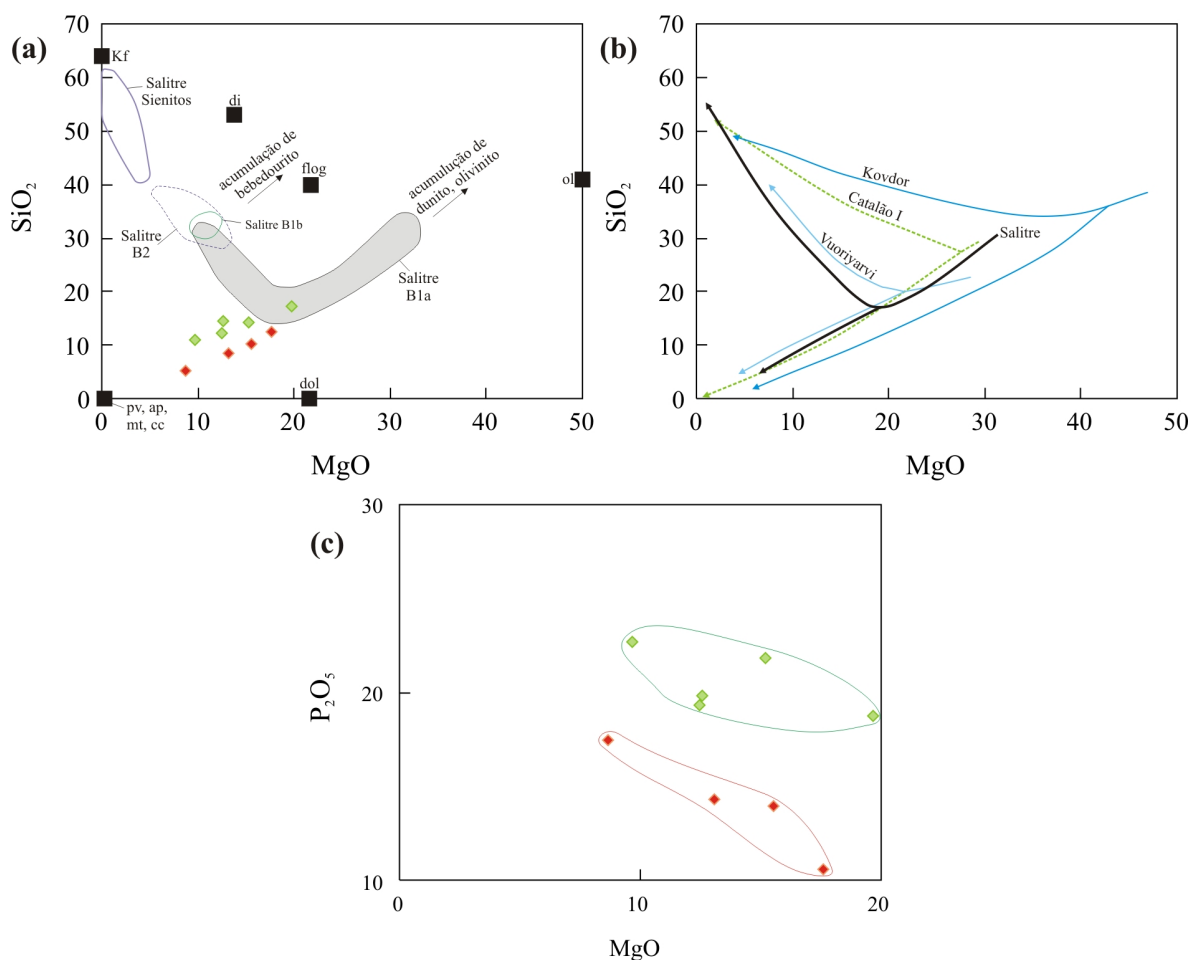


Figura 3.24 – (a) Evolução da série foscorítica (este trabalho) e das rochas silicáticas associadas (Barbosa et al., 2009a – Capítulo 2) do complexo de Salitre 1. Para melhor visualização, foram plotadas composições médias de minerais que ocorrem tipicamente em complexos alcalinos (pv= perovskita, ap= apatita, mt= magnetita, di= diopsídio, flog= flogopita, ol= olivina - média de análises de Salitre; cc= calcita, dol= dolomita, Kf= k-feldspato – média de análises de Tapira – Brod, 1999); (b) Comparação dos padrões de evolução de Salitre com os dos complexos de Catalão I (Cordeiro et al., 2009b) na APIP e de Kovdor e Vuoriyarvi (Krasnova et al., 2004, e dados adicionais disponibilizados em <http://www.emse.fr/~moutte/>), na Província de Kola. Note que em todos os casos, há um padrão bifurcado que separa a série silicática da série foscorítica, sugerindo imiscibilidade de líquidos. Note ainda que a bifurcação ocorre em estágios distintos de evolução para cada complexo. (c) Diminuição de P₂O₅ na direção P1-P2.

Ainda que a variação dos teores da maioria dos elementos maiores com MgO seja difícil de interpretar, pode-se observar uma diminuição de P₂O₅ na sequência P1-P2, sugerindo que os foscoritos evoluem por fracionamento de apatita (Fig. 3.24c).

Tabela 3.6 – Análises de elementos maiores e traço de foscóritos de Salitre.

| Rocha | SF101.5 | SF101.7 | SF102.4 | SF103 | SF104.2 | 09A60A | 37B65A | 37B65B | 145A |
|--------------------------------|---------|---------|---------|-------|---------|--------|--------|--------|-------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P2 | P2 | P2 | P2 |
| <i>Elementos maiores (%)</i> | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 14.13 | 17.19 | 11.96 | 10.89 | 14.40 | 12.42 | 10.20 | 8.39 | 5.12 |
| TiO ₂ | 0.70 | 1.07 | 1.20 | 0.70 | 1.08 | 1.39 | 0.85 | 0.77 | 0.09 |
| Al ₂ O ₃ | 1.31 | 0.67 | 1.55 | 1.29 | 2.91 | 0.16 | 0.16 | 0.11 | 0.51 |
| Fe ₂ O ₃ | 7.84 | 9.06 | 8.44 | 10.97 | 12.48 | 28.80 | 35.07 | 35.75 | 24.59 |
| MnO | 0.23 | 0.34 | 0.26 | 0.19 | 0.20 | 0.61 | 0.60 | 0.55 | 0.36 |
| MgO | 15.21 | 19.68 | 12.45 | 9.65 | 12.56 | 17.61 | 15.55 | 13.09 | 8.65 |
| CaO | 32.61 | 26.63 | 29.98 | 32.20 | 28.48 | 21.19 | 18.95 | 21.12 | 32.26 |
| Na ₂ O | 0.14 | 0.11 | 0.12 | 0.19 | 0.14 | 0.07 | 0.13 | 0.10 | 0.11 |
| K ₂ O | 1.53 | 1.16 | 3.07 | 1.84 | 2.72 | 0.23 | 0.19 | 0.26 | 0.31 |
| P ₂ O ₅ | 21.82 | 18.72 | 19.29 | 22.72 | 19.81 | 10.60 | 13.93 | 14.29 | 17.44 |
| BaO | 0.07 | 0.04 | 0.32 | 0.26 | 0.27 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.09 |
| SrO | 0.47 | 0.44 | 0.56 | 0.56 | 0.51 | 0.38 | 0.32 | 0.34 | 0.56 |
| LOI | 3.20 | 4.20 | 10.30 | 7.90 | 4.00 | 6.10 | 1.85 | 3.35 | 9.40 |
| TOTAL | 99.26 | 99.30 | 99.50 | 99.36 | 99.56 | 99.59 | 97.84 | 98.16 | 99.49 |
| CO ₂ | 1.87 | 2.16 | 8.46 | 6.08 | 2.97 | 6.85 | 1.83 | 3.33 | 9.42 |
| S | 0.14 | 0.16 | 0.84 | 0.12 | 0.69 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.06 |
| <i>Elementos traço (ppm)</i> | | | | | | | | | |
| V | 152.0 | 130.0 | 128.0 | 0.8 | 0.0 | 454.0 | 549.0 | 512.0 | 211.0 |
| Cr | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 40.2 | 44.1 | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Ni | 23.6 | 25.3 | 13.6 | 20.6 | 37.8 | 2.1 | 0.0 | 0.9 | 2.9 |
| Rb | 44.8 | 34.4 | 84.1 | 64.3 | 95.7 | 5.7 | 4.9 | 6.3 | 8.8 |
| Sr | 3963 | 3675 | 4688 | 4719 | 4297 | 3180 | 2704 | 2887 | 4725 |
| Y | 283.6 | 232.0 | 215.5 | 265.5 | 202.4 | 79.1 | 103.1 | 106.2 | 91.5 |
| Zr | 1534 | 1522 | 720 | 992 | 1030 | 1071 | 2610 | 3928 | 2703 |
| Nb | 378 | 695 | 436 | 171 | 424 | 524 | 6836 | 4657 | 202 |
| Ba | 589 | 350 | 2899 | 2310 | 2407 | 327 | 314 | 286 | 770 |
| Hf | 28.4 | 28.1 | 15.4 | 17.4 | 18.3 | 25.1 | 62.7 | 77.5 | 44.8 |
| Ta | 9.1 | 18.1 | 7.5 | 4.6 | 5.7 | 23.9 | 1080.2 | 833.6 | 53.9 |
| Th | 156.3 | 147.4 | 83.2 | 184.0 | 181.3 | 154.6 | 3493.7 | 2652.8 | 96.9 |
| U | 9.9 | 9.4 | 5.9 | 5.4 | 5.3 | 16.9 | 1272.1 | 952.2 | 10.3 |
| Cu | 612.5 | 452.1 | 573.2 | n.a. | n.a. | 6.3 | 0.7 | 2.5 | 3.2 |

Tabela 3.6 (continuação).

| Rocha | SF101.5 | SF101.7 | SF102.4 | SF103 | SF104.2 | 09A60A | 37B65A | 37B65B | 145A |
|--------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Zn | 72.0 | 94.0 | 102.0 | n.a. | n.a. | 212.0 | 236.0 | 226.0 | 174.0 |
| La | 1282 | 1135 | 1177 | 1516 | 1081 | 431 | 565 | 620 | 464 |
| Ce | 3462 | 2966 | 2912 | 3514 | 2632 | 1203 | 1895 | 1917 | 1266 |
| Pr | 462 | 387 | 369 | 444 | 340 | 149 | 245 | 242 | 156 |
| Nd | 1744 | 1444 | 1354 | 1671 | 1297 | 566 | 895 | 917 | 616 |
| Sm | 253.2 | 210.8 | 190.4 | 240.7 | 195.3 | 72.3 | 130.9 | 118.9 | 81.7 |
| Eu | 63.4 | 52.5 | 46.8 | 60.5 | 48.8 | 19.2 | 31.7 | 30.7 | 21.9 |
| Gd | 157.7 | 129.9 | 116.4 | 145.1 | 113.9 | 41.6 | 64.0 | 61.5 | 48.2 |
| Tb | 20.2 | 16.9 | 14.6 | 16.1 | 13.0 | 5.7 | 9.0 | 8.9 | 6.3 |
| Dy | 73.6 | 63.3 | 54.2 | 62.9 | 51.0 | 18.1 | 30.8 | 27.4 | 21.3 |
| Ho | 9.24 | 7.72 | 6.76 | 6.37 | 5.08 | 2.51 | 3.44 | 3.55 | 2.82 |
| Er | 18.51 | 15.62 | 13.80 | 15.94 | 12.47 | 4.82 | 6.80 | 6.46 | 5.41 |
| Tm | 2.14 | 1.79 | 1.59 | 2.01 | 1.52 | 0.61 | 0.79 | 0.82 | 0.66 |
| Yb | 11.13 | 9.57 | 8.68 | 8.79 | 6.55 | 3.27 | 4.52 | 4.31 | 3.38 |
| Lu | 1.30 | 1.08 | 1.00 | 1.30 | 0.91 | 0.41 | 0.51 | 0.53 | 0.43 |

3.6.2 ELEMENTOS- TRAÇO

Em termos de elementos-traço, foscoritos tipicamente contêm baixos níveis de Cr e Ni, embora alguns exemplos do Complexo de Guli (Maimecha-Kotui) possam conter até 1630 ppm de Cr e 1539 ppm de Ni (Kogarko *et al.*, 1997). Por outro lado, os foscoritos geralmente apresentam altas concentrações de Zr, Nb, Ta, Hf, Th, U e Cu (Krasnova *et al.*, 2004a).

Em Salitre, os foscoritos apresentam baixos teores de Cr (0-44 ppm). Ni varia de 3-37 ppm em P1 e 0-3 ppm em P2. Ba (até ~6800 ppm) e Sr (até ~11000 ppm) estão presentes concentrações intermediárias entre as dos bebedouritos (mais baixas, Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2) e as dos carbonatitos (mais altas, Barbosa *et al.*, 2009c – capítulo 4).

Os foscoritos P1 contêm os menores teores de U (5.2–9.9 ppm) e Th (83–184 ppm), e valores de Cu entre 452 e 612 ppm, este último associado à presença de sulfetos. Os foscoritos P2 apresentam muito baixos teores de Cu (até 6.3 ppm), e ampla variação composicional em termos de U e Th, onde amostras sem pirocloro têm baixo U (10.3-16.9 ppm) e Th (96-154 ppm), enquanto em rochas portadoras de pirocloro esses elementos atingem altas concentrações (952-272 ppm de U, 2652–3493 ppm de Th). Isso indica que, assim como para diversos elementos maiores, o teor desses elementos é controlado pela concentração modal de minerais específicos. O pirocloro de Salitre, por

exemplo, pode conter até 7.7% UO_2 e 17% ThO_2 , e sua presença na rocha pode influenciar as concentrações obtidas por análise química de rocha total.

Diagramas multielementares (Fig. 3.25a) normalizados ao condrito mostram que todos os grupos têm anomalias negativas de Rb, K, Sr e Ti. As rochas das unidades P1 e P2 mostram um padrão muito parecido, com anomalias mais acentuadas em P2 do que P1. As principais diferenças observadas entre as duas unidades ocorrem nos pares geoquímicos Nb-Ta e Zr-Hf, que serão discutidos mais adiante.

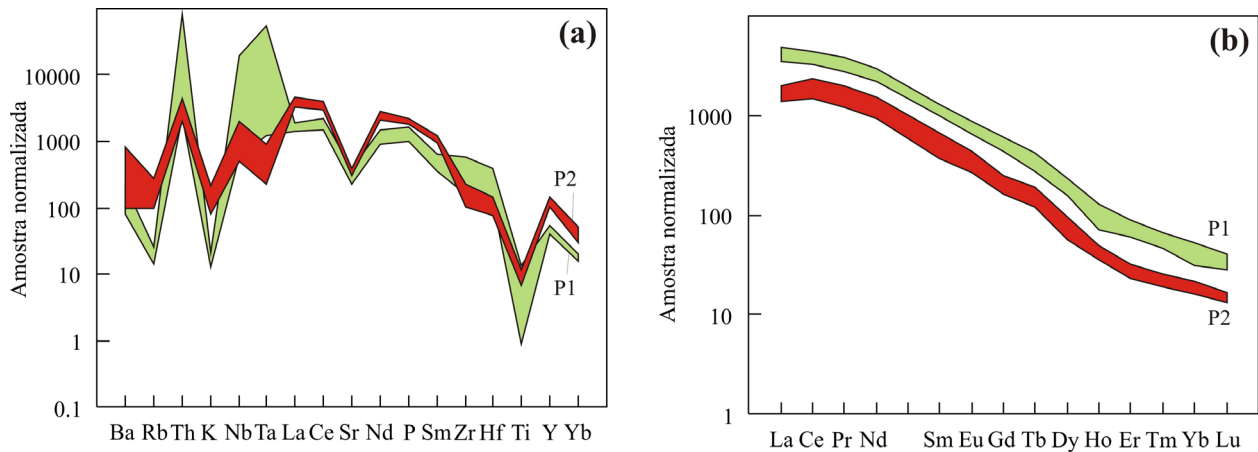


Figura 3.25 – (a) diagramas multielementares normalizados com os valores de Thompson *et al.* (1984) e (b) diagrama de REE normalizados ao condrito (Boynton, 1984) para cada grupo descrito.

Em termos de ETR, observa-se forte fracionamento de ETR leves em relação aos ETR pesados, típico de rochas alcalinas (Fig. 3.25b). Foscoritos P1 ($\text{Ce}_N/\text{Yb}_N = 80-103$) e P2 ($\text{Ce}_N/\text{Yb}_N = 95-115$) têm um padrão paralelo, com P1 apresentando valores absolutos mais altos ($\Sigma\text{ETR} = 6000-7000$ ppm) do que P2 ($\Sigma\text{ETR} = 2500-4000$ ppm). A maior abundância dos ETR nos termos menos diferenciados é observada também na série bebedourítica (Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2), e parece ser uma característica recorrente no complexo de Salitre.

HFSE variam amplamente nos grupos litológicos descritos, e, como se observa na tabela 3.6, a concentração destes em P1 é menor que em P2.

Razões petrologicamente importantes, como Nb/Ta, e Zr/Hf são um caso à parte. Na maioria dos processos petrológicos esses pares geoquímicos apresentam razão constante, tendo em vista comportamento geoquímico idêntico dos elementos envolvidos, e essa feição é tida como evidência de co-geneticidade em associações de rochas ígneas. Entretanto, o desacoplamento entre Nb e Ta e entre Zr e Hf tem sido recentemente reconhecido em sistemas magmáticos fortemente alcalinos,

embora as razões para esse fenômeno ainda não sejam completamente conhecidas. Alguns autores argumentam que ele é produto do fracionamento de minerais com controles cristaloquímicos específicos para cada elemento (e. g. Chakmouradian, 2006), outros que as variações de Nb/Ta e Zr/Hf resultam de imiscibilidade entre líquidos silicático e carbonatítico (Veksler *et al.*, 1998).

A partição de elementos HFSE foi tema de diversos estudos experimentais envolvendo imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico (e.g. Hamilton *et al.*, 1989, Veksler *et al.*, 1998). Os resultados indicam sistematicamente que todos os HFSE têm preferência pelo líquido silicático. Estudos de Veksler *et al.* (1998) mostram que a tendência de Zr e Hf ficarem no líquido silicático é maior que a do Nb e Ta, porém o fracionamento da razão Zr/Hf é bem menor do que o observado na razão Nb/Ta, que aumenta consideravelmente no conjugado carbonatítico. Com base nesses resultados, concluem que carbonatitos ricos em Zr e Nb são originados como líquidos residuais formados a partir de cristalização fracionada, e não como produtos de imiscibilidade.

A relação de foscoritos com os carbonatitos e rochas silicáticas alcalinas associadas ainda não foi completamente estabelecida. Poucos estudos foram realizados sobre a partição entre líquido fosfático-silicático (Prowatke & Klemme, 2006), e alguns autores estudaram a partição de elementos entre apatita e líquido carbonático (Klemme & Dalpe, 2003), e apatita e líquido silicático (Watson & Green, 1981, Prowatke & Klemme, 2006).

Na partição apatita-líquido carbonático, Klemme & Dalpe (2003) constataram que a maioria dos elementos é incompatível com a apatita, sendo que nos ETR este efeito é menos pronunciado. Os autores reportam que a estrutura da apatita comporta melhor os ETR médios do que os leves e os pesados.

Os resultados de estudos de partição entre apatita e líquido silicático, e líquido fosfático – líquido silicático mostram que todos os ETR têm preferência pela apatita, mas os ETR médios são mais fortemente particionados para esse mineral do que os ETR leves e pesados (Watson & Green, 1981, Prowatke & Klemme, 2006). Sr também mostra forte preferência pela apatita, enquanto os demais elementos investigados apresentam valores de $D^{ap/liq.sil} < 1$, com $D_{Cs} < D_{Rb} < D_{Ba}$ e $D_{Zr} > D_{Hf} > D_{Nb} \approx D_{Ta}$.

Na partição líquido fosfático – líquido silicático, os cátions divalentes, trivalentes e hexavalentes mostram preferência pelo líquido fosfático, com ETR leves e médios particionando mais fortemente para este líquido do que os ETR pesados. Por outro lado, os cátions monovalentes apresentam maior afinidade com o líquido silicático. Elementos quadrivalentes (Hf, Zr, U e Th) e

pentavalentes (Nb e Ta) não mostram preferência clara por um líquido ou outro (Prowatke & Klemme, 2006).

Chakhmouradian (2006) compilou dados de HFSE em complexos carbonatíticos de afinidade sódica e concluiu que, em média, carbonatitos tem razões Nb/Ta e Zr/Hf maiores, e razões Zr/Nb e Zr/Ta menores que as do manto primitivo, e que rochas silicáticas associadas com carbonatitos contêm maiores razões Zr/Nb e nenhum ou pouco empobrecimento em HFSE pesados (Ta e Hf). O autor afirma que variações nos teores de Nb, Ta, Zr, Hf e Ti não estão relacionadas a eventos de diferenciação como imiscibilidade de líquidos e cristalização fracionada, e credita essas variações em foscoritos e carbonatitos a um fracionamento de HFSE⁵⁺ em relação a HFSE⁴⁺ em níveis crustais, em minerais como pirocloro, perovskita e titanita, os quais seriam capazes de alterar as razões Nb/Ta, Zr/Nb e Zr/Hf. Para a Província de Kola, Chakhmouradian (2006) também associa as variações dos elementos HFSE à fonte mantélica dos magmas, em um modelo onde as rochas alcalinas foram geradas a partir de um reservatório mantélico heterogêneo contendo anfibólio, com subsequente diferenciação dos magmas primitivos. O enriquecimento metassomático do manto é atribuído à reação de granada lherzolito com fusões carbonatíticas de proveniência astenosférica.

Entretanto, a base de dados utilizada por Chakhmouradian (2006) envolve somente complexos alcalinos de afinidade sódica, que possuem diferenças geoquímicas e isotópicas fundamentais em relação aos complexos de afinidade ultrapotássica (Gibson *et al.*, 1995a, Brod *et al.*, 2000, Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2) da Província Ígnea do Alto Paranaíba, à qual o complexo de Salitre pertence.

A figura 3.26 mostra as razões Zr/Nb, Zr/Hf e Nb/Ta normalizadas aos valores de Thompson *et al.* (1984) para foscoritos de Salitre, comparadas ao campo dos bebedouritos associados (B1a, B1b e B2, Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2), e aos campos de perovskita e melanita de bebedouritos, e pirocloro de foscoritos. Observa-se que a razão Zr/Nb (Fig. 3.26a) apresenta variação ao longo de várias ordens de magnitude. Além disso, na série bebedourítica Zr varia em um espectro maior do que Nb, e a diferenciação dos bebedouritos B1 para B2 se dá com aumento da razão Zr/Nb. Por outro lado, em foscoritos, o espectro de variação de Nb é maior que o de Zr, e a evolução de P1 para P2 se dá com diminuição da razão Zr/Nb. Quando plotados os campos referentes aos minerais, nota-se a influência da perovskita e da melanita como membros extremos na variação da razão Zr/Nb em bebedouritos. Efeito semelhante ocorre, embora em menor intensidade,

pela presença de pirocloro em foscoritos P2. Essas evidências indicam que HFSE⁴⁺ podem ser desacoplados de HFSE⁵⁺ por efeito mineralógico em magmas alcalinos e foscoríticos.

A razão Nb/Ta (Fig. 3.26b) apresenta menor dispersão, com fracionamento de Nb em relação ao Ta, o que poderia estar associado a imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico (e.g. Veksler *et al.*, 1998, Brod, 1999, Thompson *et al.*, 2002), ou à retenção de Nb ou de Ta em alguma fase mineral (e.g. Chackmouradian, 2006). Nos foscoritos de Salitre o principal mineral de Nb é o pirocloro, enquanto nos bebedouritos o principal mineral portador desse elemento é a perovskita.

Em P1, Nb/Ta varia de 2.3 a 4.2, enquanto os foscoritos P2 apresentam valores baixos, entre 0.2 e 1.2. É notável a inversão na razão Nb/Ta (<1) nas rochas da unidade P2, em relação às demais (ver figura 3.26). Essas variações na razão Nb/Ta poderiam sugerir, à primeira vista, a acumulação de pirocloro em rochas como P2, com a inversão das razões associada a maiores teores de Ta no pirocloro. Entretanto, a média da razão Nb/Ta em pirocloro de P2 é de 0.30, ou seja, praticamente a mesma que a média da razão obtida em rocha total (0.34). Nos bebedouritos de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2), a relação da razão Nb/Ta na rocha e em perovskita não é tão constante como a observada entre foscoritos e pirocloro, mas na maioria dos casos as diferenças ocorrem dentro de uma ordem de magnitude (Nb/Ta de 0.39 na perovskita e 0.45 na rocha, a 3.36 na perovskita e 2.22 na rocha). As feições acima sugerem que o controle da razão Nb/Ta não é exercido pela quantidade de pirocloro ou perovskita na rocha, mas que esses minerais herdam a razão Nb/Ta do magma a partir do qual cristalizaram. Portanto, um processo alternativo é necessário para explicar a ampla variação de Nb e Ta nos foscoritos de Salitre.

Imiscibilidade de líquidos silicático e carbonatítico parece ser um processo eficiente para separar Nb de Ta (Veksler *et al.*, 1998, Brod, 1999, Thompson *et al.*, 2002), mas dados referentes à imiscibilidade de líquido fosfático com líquidos silicático ou carbonatítico são escassos e por vezes inconclusivos nesse aspecto. Por exemplo, Prowatke e Klemme (2006) determinaram coeficientes de partição idênticos para Nb e Ta entre líquido silicático e fosfático. Por outro lado, Suk (2003) estudou “*melt inclusions*” do complexo de Tomtor, na Sibéria, determinando a concentração de Nb e Ta em fases silicática, carbonática-fosfática, fosfática e carbonática dessas inclusões. Tanto Nb quanto Ta são enriquecidos na fase silicática em relação às demais, porém o fator de enriquecimento do Ta é sempre maior que o do Nb. Por exemplo, entre a fase silicática e uma fase carbonática-fosfática o fator de enriquecimento do Ta na fase silicática é cerca de cinco vezes maior que o do Nb. Além disso, e mais importante, na partição entre a fase carbonática e a fase fosfática, ambos

elementos mostram preferência pelo líquido fosfático, mas os teores de Ta abaixo do limite de detecção na fase carbonática sugerem que $D^{\text{fosfato/carbonato}} \text{Ta} \gg \gg \text{Nb}$. Esses dados indicam que, se o magma primitivo de complexos alcalinos evoluir por meio de sucessivos eventos de imiscibilidade de líquidos (inicialmente entre um líquido silicático e outro carbonático rico em fósforo, e a seguir entre magmas foscorítico e carbonático) a razão Nb/Ta será substancialmente modificada no sentido magma silicático < magma foscorítico << magma carbonático.

Essas inferências são consistentes com as características dos complexos alcalino-carbonáticos-foscoríticos da APIP, onde as mineralizações de Nb (pirocloro) estão preferencialmente concentradas em rochas da série foscorítica (e.g. Brod *et al.*, 2004, Ribeiro, 2008, Cordeiro *et al.*, 2009b). Adicionalmente, a razão Nb/Ta no pirocloro desses complexos aumenta fortemente com o estágio de diferenciação da rocha hospedeira (este trabalho, Cordeiro *et al.*, 2009b).

A razão Zr/Hf é praticamente constante para os grupos representados na figura 3.26c. Estas feições indicam que Zr/Hf é independente de eventos de diferenciação exceto, talvez, nos termos mais evoluídos.

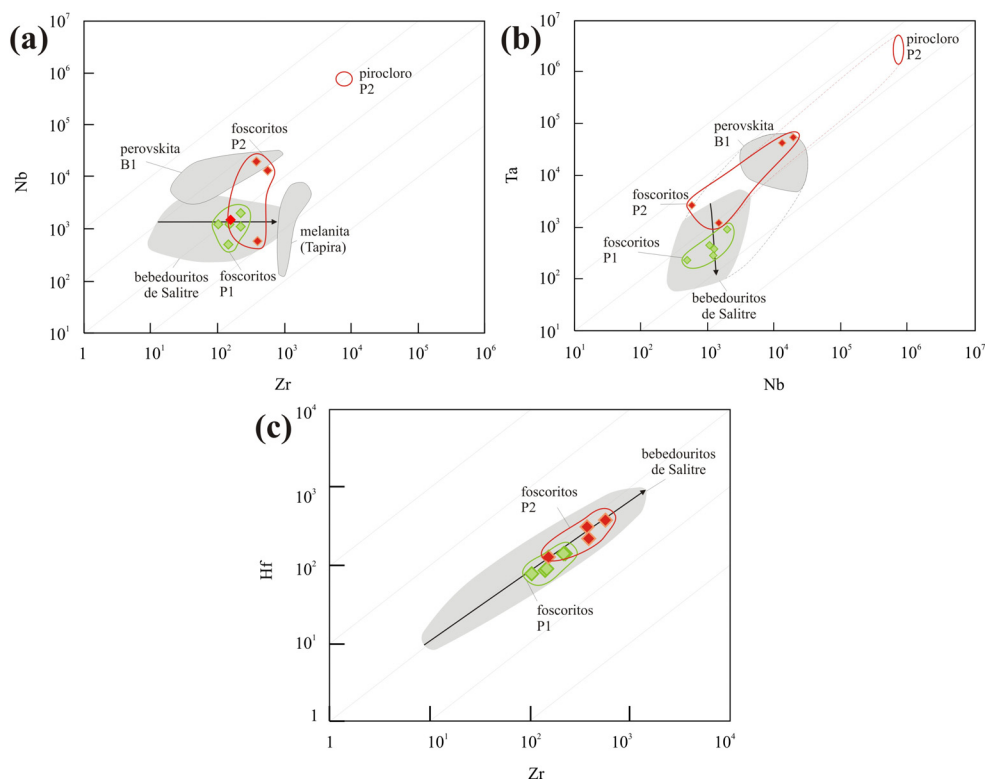


Figura 3.26 – Gráficos das razões normalizadas (Thompson *et al.*, 1984): (a) Zr/Nb; (b) Nb/Ta; (c) Zr/Hf para foscoritos de Salitre I. Razões de bebedouritos de Salitre (campo cinza) são plotados

para comparação. Nota-se fracionamento de $HFSE^{4+}$ em relação a $HFSE^{5+}$ em Zr/Nb, enquanto Nb/Ta são fracionados apenas em imiscibilidade de líquidos (ver texto) e Zr/Hf não são afetados por eventos de diferenciação. Símbolos como figura 3.13. Setas indicam a evolução dos bebedouritos de Salitre, no sentido B1-B2 (Barbosa et al., 2009 – capítulo 2).

3.7 ISÓTOPOS DE C E O

Os dados isotópicos de carbono e oxigênio em carbonato foram obtidos pela reação das amostras com 100% H_3PO_4 a $72^\circ C$, usando um Gas Bench II System conectado a um espectrômetro de massa de fonte gasosa Delta V Advantage, no Laboratório de geocronologia da Universidade de Brasília. A tabela 3.7 contém os resultados das amostras, apresentados em notação delta, relativamente aos padrões PDB (carbono) e SMOW (oxigênio).

Taylor *et al.* (1967) definiram que carbonatitos primários (PC) apresentam valores de $\delta^{13}C$ entre -8 e -4‰ (PDB) e $\delta^{18}O$ entre 6 e 10‰ (SMOW). Porém, o intervalo composicional de isótopos estáveis de C e O observado em complexos carbonatíticos é bastante extenso. As trajetórias de variação na composição isotópica de carbonatitos podem estar relacionadas à fonte (por exemplo, manto heterogêneo), desgaseificação, contaminação crustal, interação em estágios tardios (pós-magmáticos) com fluidos magmáticos, hidrotermais ou meteóricos, ou fracionamento isotópico durante a cristalização e resfriamento do magma (Deines, 1989; Santos & Clayton, 1995).

A composição isotópica de foscoritos tem sido abordada apenas recentemente, e os dados disponíveis sobre a associação carbonatito-foscorito restringem-se a poucos complexos. Demény *et al.* (2004) realizaram um estudo mais aprofundado dessa relação em alguns complexos da Província de Kola, e sugerem que, no complexo de Sokli, carbonatitos e foscoritos podem estar relacionados por imiscibilidade de líquidos, pois o trend isotópico dos foscoritos acompanha o dos carbonatitos, mostrando que os magmas não somente são originados na mesma fonte, mas apresentam a mesma evolução no fracionamento.

No caso do complexo de Vuoriyarvi, dados isotópicos de foscoritos diferem significativamente dos de carbonatitos em termos de $\delta^{18}O$, ainda que os intervalos de $\delta^{13}C$ se sobreponham. Os valores relativamente altos de $\delta^{18}O$ em foscoritos podem estar relacionados a trocas isotópicas carbonato-silicato com a diminuição da temperatura, sendo que foscoritos tardios apresentam $\delta^{18}O$ mais alto do que foscoritos de estágios iniciais.

Tabela 3.7 – Composição isotópica de carbono e oxigênio dos foscoritos de Salitre.

| Rocha | Unidade | $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ | $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ |
|------------------|---------|-------------------------------------|------------------------------------|
| SF101.5 | P1 | 8.42 | -7.76 |
| SF101.7 | P1 | 8.46 | -7.73 |
| SF103 | P1 | 11.58 | -6.72 |
| SF104.2 | P1 | 8.85 | -7.90 |
| 09A60A | P2 | 7.57 | -7.35 |
| 37B65A | P2 | 10.61 | -7.74 |
| 37B65B | P2 | 8.12 | -7.69 |
| 145 ^a | P2 | 9.09 | -7.17 |

A tabela 3.7 mostra os dados de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ e $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ obtidos nos foscoritos de Salitre. Na figura 3.27, observa-se que o conjunto das amostras apresenta um intervalo mais restrito de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$, comparativamente à variação de $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$, mas quase todas as amostras ficam dentro do campo dos carbonatitos primários. A variação nos valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ é um pouco maior (ca. de 1.2‰) nos foscoritos P1, com valores entre -6.72 e -7.90‰, enquanto em P2 este intervalo é de ca. de 0.39‰ (-7.35 a -7.74‰). A variação de $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ é maior, da ordem de 3‰, com duas amostras, uma de P1 e outra de P2 extrapolando o campo dos carbonatos primários. P1 apresenta valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ entre 8.42 e 11.58‰, e P2 entre 7.57 -10.61‰.

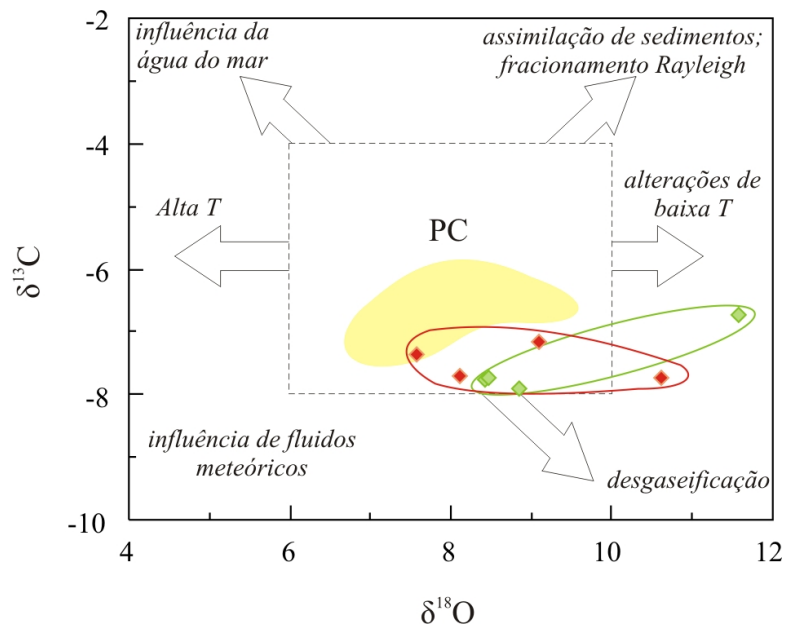


Figura 3.27 – Isótopos estáveis de carbono e oxigênio em foscoritos de Salitre (em ‰, relativos a V-PDB e V-SMOW, respectivamente). Campo tracejado corresponde a carbonatitos primários

(“primary carbonatite field”, de Taylor et al., 1967). Setas indicam principais processos na mudança da composição isotópica de carbonatos (segundo Deines, 1989, Demény et al., 2004). Campo amarelo-claro corresponde à composição de carbonatitos de Salitre (Barbosa et al., 2009c - capítulo 4). Símbolos como na figura 3.13.

A figura 3.27 mostra que os dois tipos de foscritos descritos tem origem no manto. Entretanto, os foscritos apresentam sistematicamente $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ mais baixo e $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ ligeiramente mais alto do que os de carbonatitos. O enriquecimento em oxigênio pesado está provavelmente ligado à interação pós-magmática com fluidos de baixa temperatura, durante eventos de alteração hidrotermal ou intemperismo. Ambas alternativas são consistentes com as observações de testemunhos de sondagem e com a cronologia das unidades de foscrito de Salitre. Em sondagens, as rochas da série foscritica sistematicamente apresentam grau de intemperismo maior do que as demais rochas do complexo, para uma dada profundidade. Por outro lado, a progressão de P1 a P2 com diminuição de $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$, pode estar relacionada à idade relativa dessas, onde os foscritos P1, mais precoces, estariam mais sujeitos à atuação de fluidos hidrotermais.

3.8 ISÓTOPOS DE SR E ND

A preparação de amostras para análise isotópica de Sm-Nd foi realizada de acordo com o método proposto por Gioia e Pimentel (2000). Amostras de rocha total pulverizadas foram misturadas com um padrão isotópico ^{149}Sm - ^{150}Nd e dissolvidas em recipientes fechados do tipo savilex. Sm e Nd foram extraídos em colunas de troca iônica com resina LN-Spec. Amostras para análise isotópica de Sr foram dissolvidas de maneira idêntica à de Sm-Nd. Sr foi separado em colunas de troca iônica com resina Bio-Rad AG 50W-X8 200-400 mesh. As determinações analíticas foram realizadas em um espectrometro de massa Finningan MAT-262 no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. No total foram analisadas 5 amostras para Sm-Nd e 7 amostras para Sr, incluindo os diversos tipos petrográficos de rochas da série foscritica de Salitre. Os resultados são apresentados na tabela 3.8. As razões isotópicas iniciais de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e o parâmetro $\epsilon\text{Nd}(T)$ foram calculados para a idade de 86.3 Ma (Sonoki & Garda, 1988).

A figura 3.28 mostra a composição isotópica de Sr e Nd dos foscritos de Salitre. As amostras analisadas plotam no campo da Província Ígnea do Alto Paranaíba, mas apresentam espectro de variação maior de ϵNd do que de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. O mesmo comportamento foi observado para rochas similares (foscritos e nelsonitos) do complexo de Catalão I por Cordeiro *et al.* (2009a), e

também ocorre em foscoritos da Província de Kola. Estas características podem sugerir que os foscoritos foram menos afetados ou são menos suscetíveis a efeitos de contaminação com material rico em Sr radiogênico, como a crosta superior. Os foscoritos do complexo de Phalaborwa são uma exceção neste contexto, pois apresentam uma variação mais substancial nas razões isotópicas de Sr do que de Nd.

Tabela 3.8 – Dados isotópicos de Sr e Nd dos foscoritos do complexo de Salitre.

| Amostra | SF101.5 | SF104.2 | 145A | 09A60A | 37B65A |
|-------------------------------------|----------------|----------------|-------------|---------------|---------------|
| Unidade | P1 | P1 | P2 | P2 | P2 |
| Sm (ppm) | 253.23 | 195.34 | 81.69 | 72.26 | 130.91 |
| Nd (ppm) | 1743.50 | 1296.77 | 615.70 | 565.50 | 895.20 |
| $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ | 0.0878 | 0.0911 | 0.0802 | 0.0772 | 0.0884 |
| $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ | 0.512235(10) | 0.512135(13) | 0.512269(7) | 0.512142(8) | 0.512188(11) |
| $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i$ | 0.512185 | 0.512084 | 0.512224 | 0.512098 | 0.512138 |
| $\epsilon \text{Nd}(0)$ | -7.87 | -9.81 | -7.19 | -9.67 | -8.77 |
| $\epsilon \text{Nd}(T)$ | -6.66 | -8.65 | -5.92 | -8.36 | -7.59 |
| TDM (Ga) | 0.98 | 1.13 | 0.89 | 1.01 | 1.04 |
| $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ | 0.0327 | 0.0644 | 0.0054 | 0.0052 | 0.0052 |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | 0.7053(2) | 0.7053(2) | 0.7050(2) | 0.7052(2) | 0.7051(1) |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sri}$ | 0.70523 | 0.70517 | 0.70503 | 0.70515 | 0.70507 |
| $\epsilon \text{Sr}(0)$ | 10.08 | 9.79 | 6.81 | 8.52 | 7.38 |
| Amostra | SF102.4 | 37B65B | | | |
| Unidade | P1 | P2 | | | |
| $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ | 0.0519 | 0.0063 | | | |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | 0.7051(1) | 0.7051(2) | | | |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sri}$ | 0.70501 | 0.70511 | | | |
| $\epsilon \text{Sr}(0)$ | 7.24 | 7.95 | | | |

Valores em parêntesis = $\pm 2\text{SE}$.

Em Salitre, assim como em Catalão I, as rochas da série foscorítica apresentam tipicamente ϵNd mais baixo do que as demais, enquanto os foscoritos do complexo de Turiy, em Kola (Dunworth & Bell, 2001), possuem ϵNd mais alto que os carbonatitos e as rochas silicáticas associadas. A discrepância isotópica, geoquímica e mineralógica entre essas séries petrogenéticas tem sido usada como argumento para atribuir a geração de foscoritos, carbonatitos e rochas

silicáticas de complexos carbonatíticos (e.g. Dunworth & Bell, 2001, 2003), mas o comportamento oposto observado entre as rochas da APIP e de Turiy sugere que não há uma relação sistemática entre o grau de enriquecimento da fonte mantélica e a geração independente de magmas foscoríticos e silicáticos. Ademais, os foscoritos do complexo de Kovdor, também na província de Kola, apresentam composição isotópica de Sr e Nd praticamente idêntica à das demais rochas daquele complexo. As razões para o desequilíbrio isotópico entre foscoritos e as demais rochas em complexos alcalinos não são claras, e seu entendimento depende de estudos detalhados da composição isotópica de minerais independentes, bem como do possível efeito de processos como imiscibilidade entre líquidos fosfático e silicático, ou fosfático e carbonatítico sobre a composição isotópica.

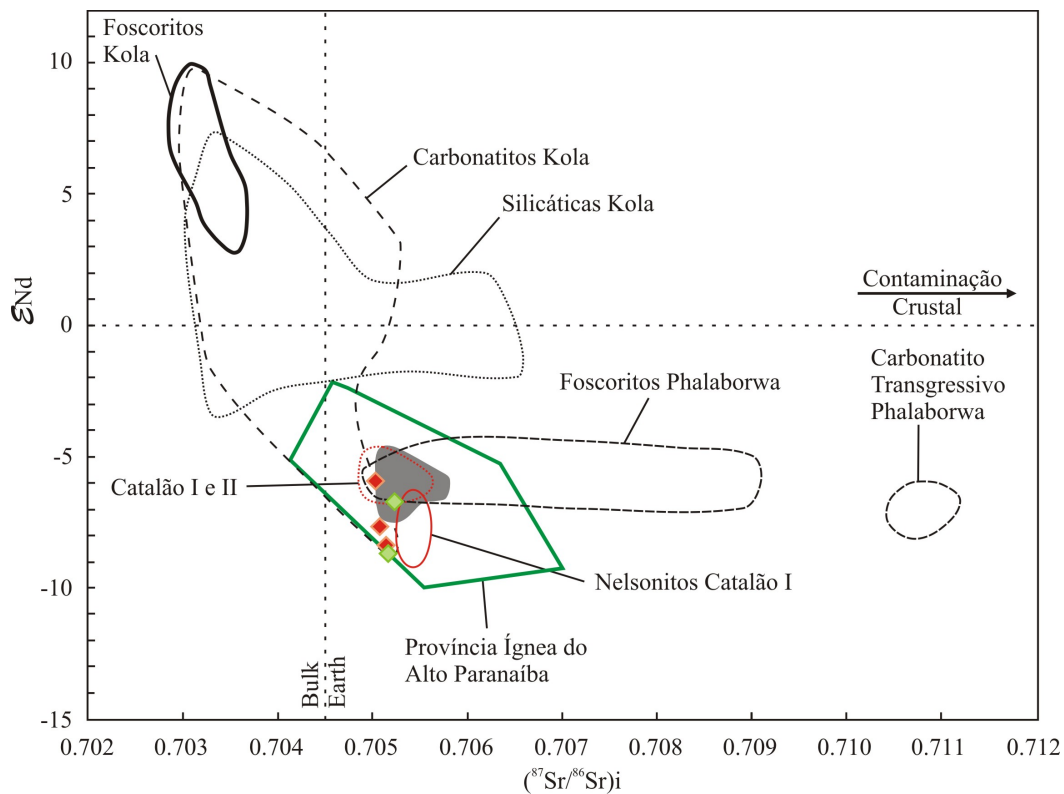


Figura 3.28 – Composição isotópica de foscoritos do complexo de Salitre (símbolos como na Figura 3.13), comparada com bebedouritos de Salitre (campo cinza, Barbosa et al., 2009a – capítulo 2), e a outras ocorrências mundiais. Campo da Província Ígnea do Alto Paranaíba segundo Gomes & Comin-Chiaramonti (2005). Campos composicionais da Província de Kola segundo Zaitsev & Bell (1995), Dunworth & Bell (2001) e Bell & Rukhlov (2004). Rochas ultramáficas de Catalão I e II segundo Gomes & Comin-Chiaramonti (2005) e Cordeiro et al. (2009a), e nelsonitos de Catalão I segundo Cordeiro et al. (2009a). Dados de Phalaborwa segundo Yuhara et al. (2005).

3.9 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A íntima associação de foscoritos com carbonatitos e rochas silicáticas de complexos alcalinos é notória, independente do caráter sódico (como nos complexos de Kovdor, Sokli e Vuoriyarvi, na Província de Kola – Krasnova *et al.*, 2004a), ou potássico (como em Catalão I, e Salitre, na APIP – Cordeiro *et al.*, 2009a, esse trabalho). Em Salitre, foscoritos ocorrem na forma de diques anelares, juntamente com carbonatitos, e intrudem rochas da série bebedourítica (porção silicática) do complexo.

Aspectos texturais e dados de isótopos estáveis mostram que, assim como em outros complexos, os foscoritos de Salitre são produto de cristalização de magmas originados no manto. A composição química dos minerais e de rocha total corroboram essas observações. Em comparação com carbonatitos, os foscoritos apresentam maior suscetibilidade a alterações intempéricas, o que pode estar refletido em ligeiras variações observadas em termos de $\delta^{18}\text{O}$.

A composição das fases minerais presentes sugere que foscoritos P1 pertencem a estágios iniciais, e foscoritos P2 a estágios mais tardios na evolução do complexo. A composição dos silicatos (olivina, flogopita) é fundamental para corroborar a hipótese. A composição da olivina é similar à descrita na literatura, onde observa-se um aumento no teor de Mg no sentido P1-P2, também caracterizado em outras fases minerais (como flogopita e magnetita), e deve ser considerado com cautela, visto que esta variação é inversa à observada na química de rocha total. A ausência de Ni na olivina pode ser explicada pela remoção prévia deste elemento do magma, por cristalização fracionada da porção silicática do complexo, que corresponde a 80% do volume do complexo, ou por outro processo de diferenciação, como imiscibilidade de líquidos silicático-fosfático.

O conteúdo de alumínio na flogopita é um bom marcador para a evolução dos foscoritos, onde a flogopita de P1 é aluminosa em P1, enquanto a de P2 contém núcleos de flogopita aluminosa que passam abruptamente para tetra-ferriflogopita nas bordas. Quantidades apreciáveis de TiO_2 na flogopita dos foscoritos P1 sugere que sua origem está relacionada de alguma maneira à série bebedourítica. O alto teor de TiO_2 é característico de magmas bebedouríticos que, além de flogopita rica neste elemento cristalizam vários minerais de Ti (como melanita, titanita e perovskita, esta última encontrada em pequena quantidade nos flogopita foscoritos P1). O alto teor de Ba na flogopita (Ba+Al substituindo K+Si) poderia ser atribuído a alta solubilidade do Ti, como descrito

por Guo & Green (1990), mas cumpre ressaltar que enquanto a flogopita de P1 é rica em Ba e em Ti, a dos bebedouritos B1 não apresenta o enriquecimento em Ba.

O pirocloro rico em Ta e U indica que o foscorito P2, mesmo que “tardio” em Salitre, pertence a fases relativamente precoces na evolução dos foscoritos quando comparados a outros complexos, como Catalão I (Cordeiro *et al.*, 2009a,b) e Sokli (Lee *et al.*, 2006).

Enquanto o MgO em rocha total tende a diminuir no sentido bebedourito-foscorito, seguindo os parâmetros convencionais de evolução magmática, essa relação é inversa quando consideradas as fases minerais individuais, como olivina, flogopita e magnetita. Nestes minerais o teor de MgO tende a aumentar com a evolução do magma, sugerindo que MgO tem comportamento anômalo nesses sistemas, cuja razão não é clara até o momento.

O padrão bifurcado observado em diagramas MgO x SiO₂ sugere que um evento de imiscibilidade de líquidos separa as rochas silicáticas (dunitos, piroxenitos e bebedouritos) das foscoríticas, e também está presente em outros complexos (Kola – Vuoriyarvi e Kovdor; APIP – Catalão I e Salitre).

Gráficos das razões normalizadas indicam que elementos HFSE⁴⁺ podem ser desacoplados de HFSE⁵⁺ por efeito mineralógico em magmas alcalinos e foscoríticos, enquanto as variações na razão Nb/Ta apenas refletem a concentração desses elementos no magma, e seu fracionamento pode estar relacionado a imiscibilidade de líquidos, como já mostrado por diversos autores (e.g. Veksler *et al.*, 1998, Brod, 1999, Thompson *et al.*, 2002). O grau de fracionamento Zr/Hf é mínimo em Salitre, associado às rochas mais evoluídas do complexo.

Isótopos de Sr e Nd mostram que os foscoritos de Salitre foram originados de fontes mantélicas de composição semelhante à que gerou as demais rochas pertencentes à APIP. Porém, dados de foscoritos obtidos neste trabalho e de nelsonitos do complexo de Catalão I (Cordeiro *et al.*, 2009a) indicam que há uma variação muito mais ampla na razão isotópica de Nd do que na de Sr nestas rochas, mas as razões para este comportamento não são ainda bem compreendidas.

Com base em relações texturais, composição de minerais, dados geoquímicos e evidências isotópicas, pode-se concluir que os foscoritos de Salitre são derivados de magmas de origem mantélica. Embora em alguns casos estas rochas sejam produtos de acumulação de minerais como olivina, apatita e magnetita a partir de líquidos carbonatíticos, em outros elas formam corpos discordantes (diques), o que sugere a existência de líquidos magmáticos de composição foscorítica. Estes líquidos provavelmente foram gerados em eventos de imiscibilidade a partir de magma

bebedourítico e/ou carbonatítico, e evoluíram por fracionamento de olivina, apatita e magnetita, com enriquecimento residual de carbonato.

3.10 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de pesquisa concedidas. À Fosfertil S. A. pela cessão das amostras e pelo suporte durante o trabalho de campo, e à Universidade de Brasília pelo suporte laboratorial.

3.11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F.F.M., 1983. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Revista Brasileira de Geociências* 13: 139-158.

Araújo, D.P., 1996. Metassomatismo no complexo carbonatítico Catalão-I: implicações para a composição do magma carbonatítico e para o metasomatismo carbonatítico no manto superior. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasil, 415pp.

Barbosa, E.S.R., Junqueira-Brod, T. C., Brod, J. A., Dantas, E.L., 2008. Petrology of bebedourites from the Salitre phoscorite-carbonatite complex, Brazil. In: 9th International Kimberlite Conference, 2008, Frankfurt. Extended Abstracts. Frankfurt : COSIS - Copernicus Systems, 2008. p. 9IKC-A-00332.

Barbosa, E.S.R., Brod, J.A., Junqueira-Brod, T.C., Dantas, E.L. 2009a. Bebedourite from its type area (Salitre I Complex): a key petrogenetic series in the Late-Cretaceous Alto Paranaíba kamafugite-carbonatite-phoscorite association, Central Brazil. Submetido a *Earth Science Reviews*.

Bell, K., Rukhlov, A.S., 2004. Carbonatites from the Kola Alkaline Province: origin, evolution, and source characteristics. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 433-468.

Berbert C.O., 1984. Carbonatites and associated Mineral Deposits in Brazil. *Geological Survey of Japan Rep.* 263: 269-290.

Bizzi L.A., De Wit M.J., Smith C.B., Meyer H.O.A., Armstrong R., 1993. Características isotópicas e origem dos kimberlitos e vulcânicas alcalinas relacionadas em Minas Gerais. 1 Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante (Anais). Cuiabá, UFMT Publ. Esp. 2/93. p.141-151.

Bizzi L.A., Smith C.B., Meyer H.O.A., Armstrong R., De Wit M.J., 1994. Mesozoic kimberlites and related rocks in southwestern São Francisco craton, Brazil: a case for local mantle reservoirs and their interaction. In H.O.A. Meyer, O.H. Leonardos, (Editores), Proceedings of 5th International Kimberlite Conference, Araxá, CPRM Publ. Esp. 2/91. p.156-171.

Bizzi L.A., De Wit M.J., Smith C.B., McDonald I., Armstrong R.A., 1995. Heterogeneous enriched mantle materials and Dupal-type magmatism along the SW margin of the São Francisco Craton, Brazil. *Journal of Geodynamics* 20: 469-491.

Boynnton, W.V., 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (Editor), *Rare Earth Element Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, pp. 63–114.

Brassinnes S., Balaganskaya E., Demaiffe D., 2005. Magmatic evolution of the differentiated ultramafic, alkaline and carbonatite intrusion of Vuoriyarvi (Kola Peninsula, Russia). A LA-ICP-MS study of apatite. *Lithos* 85: 76-92.

Brigatti M. C., Medici L., Poppi L., Vaccaro C., 2001. Crystal chemistry of trioctahedral micas 1-M from the Alto Paranaíba Igneous Province, southeastern Brazil. *Canadian Mineralogist* 39: 1333-1345.

Brod J.A., 1999. Petrology and geochemistry of the Tapira alkaline complex, Minas Gerais State, Brazil. University of Durham, UK (PhD thesis).

Brod J.A., Gibson S.A., Thompson R.N., Junqueira-Brod T.C., Seer H.J., Moraes L.C., Boaventura G.R., 2000. Kamafugite affinity of the Tapira alkaline-carbonatite complex (Minas Gerais, Brazil). *Revista Brasileira de Geociências* 30:404-408.

Brod J.A., Gaspar J.C., Araújo D.P. Gibson S.A., Thompson R.N., Junqueira-Brod, T.C., 2001. Phlogopite and tetra-ferriphlogopite from Brazilian carbonatite complexes: petrogenetic constraints and implications for mineral-chemistry systematics. *Journal of Asian Earth Sciences* 19:265-296.

Brod, J.A., Ribeiro, C.C., Gaspar, J.C., Junqueira-Brod, T.C., Barbosa, E.S.R., Riffel, B.F., Silva, J.F., Chaban, N., Ferrari, A.J.D., 2004. Guia de excursão 1: Geologia e Mineralizações dos Complexos Alcalino-Carbonatíticos da Província Ígnea do Alto Paranaíba. 42 Congresso Brasileiro de Geologia. Araxá, Brasil.

Brod J.A., Gaspar J. C., Diniz-Pinto H. S., Junqueira-Brod T.C., 2005. Spinel chemistry and petrogenetic processes in the Tapira alkaline-carbonatite complex, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 35 (1): 23-32.

Carlson R.W., Esperança S., Svisero, D.P., 1996. Chemical and Os isotopic study of Cretaceous potassic rocks from Southern Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 125: 393-405.

Carlson, R.W., Araujo, A.L.N., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Petrinovic, I.A., Hollanda, M.H.B.M., Pimentel, M.M., Sichel, S., 2007. Chemical and isotopic relationships between peridotite xenoliths and mafic-ultrapotassic rocks from Southern Brazil. *Chemical Geology* 242: 418-437.

Chakmouradian A. R., Zaitsev A. N., 2004. Afrikanda: An association of ultramafic, alkaline and alkali-silica-rich carbonatitic rocks from mantle-derived melts. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 247-292.

Chakmouradian A. R., Williams C. T. 2004. Mineralogy of high-field-strength elements (Ti, Nb, Zr, Ta, Hf) in phoscoritic and carbonatitic rocks of the Kola Peninsula, Russia. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 293-340.

Chakmouradian A. R., 2006. High-field-strength elements in carbonatitic rocks: Geochemistry, crystal chemistry and significance for constraining the sources of carbonatites. *Chemical Geology* 235: 138-160.

Comin-Chiaramonti P., Gomes, C.B., 1996. Alkaline magmatism in Central-Eastern Paraguay. Relationships with coeval magmatism in Brazil. São Paulo, Edusp/Fapesp. 458p.

Comin-Chiaramonti P., Cundari A., Piccirillo E.M., Gomes C.B., Castorina F., Censi P., DeMin A., Marzoli A., Speziale S., Velazquez V.F., 1997. Potassic and sodic igneous rocks from eastern Paraguay: Their origin from the lithospheric mantle and genetic relationships with the associated Paraná flood tholeiites. *Journal of Petrology* 38: 495-528.

Comin-Chiaramonti P, Gomes CB, Censi P, Speziale S. 2005 Carbonatites from southeastern Brazil: a model for the carbon and oxygen isotope variations.. In: Comin-Chiaramonti P and Gomes CB (editores) *Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform*, 1st ed. Edusp/Fapesp, São Paulo, pp 629-650.

Constanzo, A., Moore, K.R., Wall, F., Feely, M., 2006. Fluid inclusions in apatite from Jacupiranga calcite carbonatites: Evidence for a fluid-stratified carbonatite magma chamber. *Lithos* 91: 208-228.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Dantas, E.L., Barbosa, E.S.R., 2009a. Mineral chemistry and petrology of the primary Niobium ore from the Catalão I carbonatite-phoscorite complex, Central Brazil. Submetido a *Journal of Petrology*.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Gaspar, J.C., Barbosa, E.S.R., Santos, R.V., Assis, L.C., Palmieri, M., 2009b. Pyrochlore chemistry from the primary Niobium deposit of the Catalão I carbonatite-phoscorite complex, Brazil. Submetido a *Economic Geology*.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Santos, R.V., 2009c. Stable O and C isotopes, and carbonate chemistry in phoscorites and Nb-rich nelsonites from the Catalão I carbonatite complex, central Brazil: implications for phosphate-iron-oxide magmas. Submetido a *Contributions to Mineralogy and Petrology*.

Crough S.T., Morgan W.J., Hargraves R.B., 1980. Kimberlites: their relation to mantle hotspots. *Earth and Planetary Science Letters* 50: 260-274.

Danni J.C.M., Baecker M.L., Ribeiro, C.C., 1991. The geology of the Catalão I carbonatite complex. In O.H. Leonardos, H.O.A. Meyer, J.C. Gaspar (Editores), 5th International Kimberlite Conference. (Field Guide Book). Araxá, CPRM, Special publication 3/91. 25-30.

Deines P., 1989 Stable isotope variations in carbonatites. In: Bell K (editor). *Carbonatites: Genesis and Evolution*, Unwin Hyman, London, pp 301-359.

Demény A., Sitnikova M.A., Karchevsky P.I., 2004. Stable C and O isotope compositions of carbonatite complexes of the Kola Alkaline Province: phoscorite-carbonatite relationships and source compositions. In: Wall F and Zaitsev AN (editors) *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province*, 1st ed. Mineralogical Society Series, London, pp 407-431.

Downes H., Balaganskaya E., Beard A., Liferovich R., Demaiffe D., 2005. Petrogenetic processes in the ultramafic, alkaline and carbonatite magmatism in the Kola Province: A review. *Lithos* 85:48-75.

Dunworth E.A., Bell K., 2001. The Turiy Massif, Kola Peninsula, Russia: Isotopic and geochemical evidence for multi-source evolution. *Journal of Petrology* 42: 377-405.

Dunworth E.A., Bell K., 2003. The Turiy Massif, Kola Peninsula, Russia. Mineral chemistry of an ultramafic-alkaline-carbonatite intrusion. *Mineralogical Magazine* 67:423-451.

Duke J. M., Naldrett A.J., 1978. A numerical model of the fractionation of olivine and molten sulfide from komatiite magma. *Earth and Planetary Science Letters* 39: 255-266.

Epshteyn E. M., Danil'chenko N. A., 1988. Spatial-genetic model of the Kovdor apatite-magnetite deposit, a carbonatite complex of the ultramafic, ijolite and carbonatitic rock association. *International Geology Review* 30: 981-993.

Eriksson S.C., 1989. Phalaborwa: A saga of magmatism, metassomatism and miscibility. In K. Bell (Ed.) Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 221-254.

Foley, S.F., 1989. Experimental constraints on phlogopite chemistry in lamproites: 1. The effect of water activity and oxygen fugacity. *European Journal of Mineralogy* 1: 411-426.

Gaspar J. C., Wyllie P. J., 1983. Ilmenite (high Mg,Mn,Nb) in the carbonatites from the Jacupiranga complex, Brazil. *American Mineralogist* 68: 960-971.

Gaspar, J. C., Araújo, A. L. N., Melo, M. V. L. C., 1998. Olivine in carbonatitic and silicate rocks in carbonatite complexes. 7th International Kimberlite Conference (Extended Abstracts). Cape Town 239-241.

Gibson S.A., Thompson R.N., Leonardos O.H., Dickin A.P., Mitchell J.G., 1995a. The Late Cretaceous impact of the Trindade mantle plume - evidence from large-volume, mafic, potassic magmatism in SE Brazil. *Journal of Petrology* 36: 189-229.

Gibson S.A., Thompson R.N., Dickin A.P., Leonardos O.H., 1995b. High-Ti and low-Ti mafic potassic magmas: Key to plume-lithosphere interactions and continental flood-basalt genesis. *Earth and Planetary Science Letters* 136: 149-165.

Gibson S.A., Thompson R.N., Weska R.K., Dickin A.P., Leonardos O.H., 1997a. Late Cretaceous rift-related upwelling and melting of the Trindade starting mantle plume head beneath western Brazil. *Contributions of Mineralogy and Petrology* 126: 303-314.

Gibson S.A., Thompson R.N., Dickin A.P., Mitchell J.G., 1997b. Temporal variation in magma sources related to the impact of the Tristan mantle plume. In C.J. Hatton (Ed.) PPM'97 International Symposium on plumes, plates & mineralisation (Abstracts). Pretoria, 37-38.

Gioia, S.M., Pimentel, M.M., 2000. A metodologia Sm-Nd no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72: 219-245.

Gomes C.B., Ruberti E., Morbidelli, L., 1990. Carbonatite complexes from Brazil: a review. *Journal of South American Earth Sciences* 3: 51-63.

Gomes, C.B., Comin-Chiaramonti, P., 2005. Some notes on the Alto Paranaíba Igneous Province. In: P. Comin-Chiaramonti, C.B. Gomes (Editors), Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil, pp. 317-340.

Guo, J., Green, T.H., 1990. Experimental study of barium partitioning between phlogopite and silicate liquid at upper-mantle pressure and temperature. *Lithos* 24: 83-95.

Hamilton, D. L., Bedson, P. and Esson, J., 1989. The behaviour of trace elements in the evolution of carbonatites. In K. Bell (Ed.) Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 405-427.

Herz N., 1977. Timing of spreading in the South Atlantic: information from Brazilian alkalic rocks. Geological Society American Bulletin 88: 101-112.

Hogarth, D. D., 1977. Classification and nomenclature of the pyrochlore group. American Mineralogist 62: 403-410.

Hogarth, D. D., 1989. Pyrochlore, apatite and amphibole: distinctive minerals in carbonatite. In K. Bell (Ed.) Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 105-148.

Junqueira-Brod T.C., 1998. Cretaceous alkaline igneous rocks from the Águas Emendadas region, Goiás, Central Brazil. University of Durham (M. Sc.Thesis), 161p.

Junqueira-Brod T.C., Brod J.A., Gibson S.A., Thompson R.N., 2000. Mineral chemistry of kamafugites and related rocks from Águas Emendadas region, Goiás state. Revista Brasileira de Geociências 30: 403-407.

Junqueira-Brod, T.C., Roig, H.L., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Meneses, P.R., 2002. A Província Alcalina de Goiás e a extensão de seu vulcanismo kamafugítico. Revista Brasileira de Geociências 32: 559-566.

Kamenetsky V. S., Kamenetsky M. B., Sobolev A. V., Golovin A. V., Demouchy S., Faure K., Sharygin V. V., Kuzmin D.V., 2008. Olivine in the Udachnaya-east kimberlite (Yakutia, Russia): types, compositions and origins. Journal of Petrology 49 (4): 823-839.

Karchevsky, P.I., Moutte, J., 2004. The phoscorite-carbonatite complex of Vuoriyarvi, northern Karelia. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 163-169.

Kogarko L. N., Suddaby P., Watkins P., 1997. Geochemical evolution of carbonatite melts in Polar Siberia. Geochemistry International 35: 113-118.

Krasnova, N.I., Petrov, T.G., Balaganskaya, E.G., Garcia, D., Moutte, D., Zaitsev, A.N. and Wall, F. 2004a. Introduction to phoscorites: occurrence, composition, nomenclature and petrogenesis. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 45-79.

- Krasnova, N.I., Balaganskaya, E.G., Garcia, D. 2004b. Kovdor: Classic phoscorites and carbonatites. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 99-132.
- Klemme, S., Dalpe, C., 2003. Trace-element partitioning between apatite and carbonatite melt. *American Mineralogist* 88: 639-646.
- Lee, M.J., Garcia, D., Moutte, J., Lee, J.I., 2003. Phlogopite and tetraferriphlogopite from phoscorite and carbonatite associations in the Sokli massif, Northern Finland. *Geosciences Journal* 7: 9-20.
- Lee, M.J., Garcia, D., Moutte, J., Williams, C.T. and Wall, F., 2004, Carbonatites and phoscorites from the Sokli complex, Finland. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series. p. 133–162.
- Lee, M. J., Lee, J. I., Moutte, J., 2005. Compositional variation of Fe-Ti oxides from the Sokli complex, northeastern Finland. *Geosciences Journal* 9: 1-13.
- Lee, M.J., Lee, J.I., Garcia, D., Moutte, J., Williams, C.T., Wall, F., Kim, Y., 2006. Pyrochlore chemistry from the Sokli phoscorite-carbonatite complex, Finland: Implications for the genesis of phoscorite and carbonatite association: *Geochemical Journal* 40: 1-13.
- Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1998a. Petrogenesis of carbonatite magmas from mantle to crust, constrained by the system $\text{CaO} - (\text{MgO} + \text{FeO}^*) - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2) - \text{CO}_2$. *Journal of Petrology* 39: 495-517.
- Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1998b. Processes of crustal carbonatite formation by liquid immiscibility and differentiation, elucidated by model systems. *Journal of Petrology* 39: 2005-2014.
- Lumpkin, G.R., and Ewing, R.C., 1995. Geochemical alteration of pyrochlore group minerals: pyrochlore subgroup. *American Mineralogist* 80: 732-743.
- Mariano A.N., Marchetto M., 1991. Serra Negra and Salitre carbonatite alkaline igneous complex. In O.H. Leonardos, H.O.A. Meyer, J.C. Gaspar (Eds.), *5th International Kimberlite Conference (Field Guide Book)*. Araxá, CPRM, Sp. Publ. 3/91. 75-79.
- Mitchell, R.H., 1995, *Kimberlites, Orangeites and Related Rocks*. Plenum Press, New York, 410 p.
- Morbidelli L., Gomes C.B., Beccaluva L., Brotzu P., Conte A.M., Ruberti E., Traversa G., 1995a. Mineralogical, petrological and geochemical aspects of alkaline and alkaline-carbonatite associations from Brazil. *Earth Science Reviews* 39: 135-168.

Morbidelli L., Beccaluva L., Brotzu P., Conte A.M., Garbarino C., Gomes C.B., Grossi-Sad J.H., Riffel B.F., Ruberti E., Traversa G., 1995b. Aspectos mineralógicos e petrográficos de rochas ultramáficas e carbonatitos do complexo alcalino de Salitre, GO. 5 Congresso Brasileiro de Geoquímica. Niterói, SBGq, (CD-ROM).

Morbidelli L., Gomes C.B., Beccaluva L., Brotzu P., Garbarino C., Riffel B.F., Ruberti E., Traversa G., 1997. Parental magma characterization of Salitre cumulate rocks (Alto Paranaíba Alkaline Province, Brazil) as inferred from mineralogical, petrographic, and geochemical data. *International Geology Review* 39: 723-743.

Oliveira I. W. B., Sachs L. L. B., Silva V. A., Batista I. H. 2004. Folha SE.23-Belo Horizonte. In: Schobbenhaus C., Gonçalves J. H., Santos J. O. S., Abram M. B., Leão Neto R., Matos G. M. M., Vidotti R. M., Ramos M. A. B., Jesus J. D. A. (Eds.). Carta geológica do Brasil ao millionésimo: Sistema de Informações Geográficas – SIG e 46 folhas na escala 1: 1.000.000. Brasília, Brazil: CPRM 2004. 41 (CD-ROM).

Palmieri, M., Pereira, G. S. B., Brod, J. A., Junqueira-Brod, T. C., Petrinovic, I. A., Ferrari, A. J. D., 2008. Orbicular magnetite from the Catalão I phoscorite-carbonatite complex. In: 9th International Kimberlite Conference, 2008, Frankfurt. Extended Abstracts. p. 9IKC-A-00337.

Prowatke, S., Klemme, S., 2006. Trace element partitioning between apatite and silicate melts. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 70: 4513-4527.

Ribeiro, C. C.; Brod, J. A.; Junqueira-Brod, T. C.; Gaspar, J. C.; Petrinovic, I. A., 2005. Mineralogical and field aspects of magma fragmentation deposits in a carbonate phosphate magma chamber: evidence from the Catalão I complex, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 18: 355-369.

Ribeiro, C.C., 2008. Geologia, geometalurgia, controles e gênese dos depósitos de fósforo, terras raras e titânio do complexo carbonatítico Catalão I, GO. Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 473p.

Santos, R.V., Clayton R.N., 1995. Variations of oxygen and carbon isotopes in carbonatites: a study of Brazilian alkaline complexes. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59: 1339-1352.

Simandl G. J., Jones P. C., Rotella M., 2001. Blue River carbonatites, British Columbia – primary exploration targets for tantalum. *Exploration and Mining in British Columbia*, 73-82.

Sgarbi P.B.A., Heanman L.M., Gaspar J.C., 2004. U–Pb perovskite ages for brazilian kamafugitic rocks: further support for a temporal link to a mantle plume hotspot track. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 715-724.

Sokolov, S. V., 1983. The genetic unit of the apatite-magnetite ores and carbonatites in alkali-ultrabasic intrusions. *Geochemistry International* 20: 86-98.

Sonoki, I.K., Garda, G.M., 1988. Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil Meridional e Paraguai Oriental: compilação e adaptação as novas constantes de decaimento. *Boletim IG-USP Série Científica* 19: 63-85.

Suk, N.I., 2003. Experimental investigation of fluid-magmatic differentiation of alkaline systems with the connection of carbonatite genesis problem. *Irkutsk-Habarovsk*, pp 115-129.

Taylor H.P., Frechen J., Degens E.T., 1967. Oxygen and carbon isotope studies of carbonatites from the Laacher See District, West Germany and the Alno District, Sweden. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 31: 407-430.

Thompson R. N., Dickin A. P., Gibson I. L., Morrison M. A. 1982. Elemental fingerprints of isotopic contamination of hebridean Palaeocene mantle-derived magmas by archaean sial. *Contr. Min. Petrol*, 79, 159-168.

Thompson, R.N., Morrison, M.A., Hendry, G.L., Parry, S.J., 1984. An assessment of the relative roles of crust and mantle in magma genesis: an elemental approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A310*: 549-590.

Thompson R.N., Gibson S.A., Mitchell J.G., Dickin A.P., Leonardos O.L., Brod J.A., Greenwood J.C., 1998. Migrating Cretaceous-Eocene magmatism in the Serra do Mar alkaline province, SE Brazil: Melts from the deflected Trindade mantle plume? *Journal of Petrology* 39: 1493-1526.

Thompson, R.N., Smith, P.M., Gibson, S.A., Matthey, D.P., Dickin, A.P., 2002. Ankerite carbonatite from Swartbooisdrif, Namibia: the first evidence for magmatic ferrocarbonatite. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 143: 377-395.

Toyoda K., Horiuchi H., Tokonami M., 1994. Dupal anomaly of Brazilian carbonatites - geochemical correlations with hotspots in the South-Atlantic and implications for the mantle source. *Earth and Planetary Science Letters* 126: 315-331.

Traversa, G., Gomes, C. B., Brotzu, P., Buraglini, N., Morbidelli, L., Principato, M. S., Ronca, S., Ruberti, E., 2001. Petrography and mineral chemistry of carbonatites and mica-rich rocks from the Araxá complex (Alto Paranaíba Province, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 73: 71-98.

Tröger E., 1928. Alkaligesteine aus der Serra do Salitre im westlichen Minas Geraes, Brasilien. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abt A*: 202-204.

Ulbrich H.H.G.J., Gomes C.B., 1981. Alkaline rocks from continental Brazil. *Earth Science Reviews* 17: 135-154.

VanDecar J.C., James D.E., Assumpção M., 1995. Seismic evidence for a fossil mantle plume beneath South America and implications for plate driving forces. *Nature*, 378: 25-31.

Veksler, I. V., Petibon, C., Jenner, G. A., Dorfman, A. M. and Dingwell, D. B., 1998. Trace element partitioning in immiscible silicate-carbonate liquid systems: an initial experimental study using a centrifuge autoclave. *Journal of Petrology* 39: 2095-2104.

Watson, E.B., Green, T.H., 1981. Apatite/liquid partition coefficients for the rare-earth elements and strontium. *Earth and Planetary Science Letters* 56: 405-421.

Woolley A.R., 1987. *Alkaline Rocks and Carbonatites of the World. Part 1: North and South America*. London, British Museum/University of Texas Press. 216p.

Yegorov, L.S., 1993. Phoscorites of the Maymecha-Kotuy ijolite-carbonatite association. *International Geology Review* 35: 346-358.

Yuhara M., Hirahara Y., Nishi N., Kagami H., 2005. Rb-Sr, Sm-Nd of the Phalaborwa Carbonatite Complex, South Africa. *Polar Geosciences* 18:101-113.

Zaitsev A., Bell K., 1995. Sr and Nd isotope data of apatite, calcite and dolomite as indicators of source, and the relationships of phoscorites and carbonatites from the Kovdor massif, Kola peninsula, Russia. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 121: 324-335.

CAPÍTULO 4

MINERALOGIA E PETROLOGIA DO COMPLEXO ALCALINO-FOSCORÍTICO-CARBONATÍTICO DE SALITRE I (MINAS GERAIS, BRASIL)

Elisa Soares Rocha Barbosa^{1,2}, José Affonso Brod^{1,2}, Tereza Cristina Junqueira-Brod^{2,3}, Pedro Filipe de Oliveira Cordeiro^{1,2}, Elton Luiz Dantas^{1,2}, Roberto Ventura Santos^{1,2}, Henrique Senna Diniz-Pinto⁴ & Ivan Mendes Caixeta de Pamplona Araújo¹

1- IG-UnB; 2- CNPq; 3- IESA/UFG; 4- CAC/UFG

Abstract: The Late-Cretaceous Salitre I complex, in the Alto Paranaíba Igneous Province, central Brazil, has a distorted oval shape, and is composed by multiple intrusion. Bebedourites are the dominant rock-type, intruded by swarms of carbonatite and phoscorite ring dykes. Perovskite bebedourites (B1) dominate the central and northern part of the complex whereas the southern portion is occupied by melanite bebedourites (B2). Syenite dykes (S1) are also present. Two types of phoscorite occur: P1 phoscorites are phlogopite-rich and may contain relicts of perovskite; P2 phoscorites are phlogopite-poor and contain accessory pyrochlore. C1 magnesiocarbonatites are characterized by aluminous phlogopite, irregular aggregates of prismatic apatite, and rare olivine. C2 magnesiocarbonatites are composed almost entirely of carbonate. C3 rocks vary from olivine calciocarbonatite, through pyrochlore calciocarbonatite to nearly pure calciocarbonatite, and may produce cumulates rich in apatite, magnetite, and pyrochlore (nelsonitic cumulates C3a). Late-stage magnesiocarbonatites (D4) occur as fine-grained dykes. Composition of phlogopite, magnetite, and olivine from the carbonatites vary with magma evolution in the sequence C1 magnesiocarbonatites to C3 calciocarbonatites, which generate C3a nelsonite cumulates by crystal fractionation. Trace-element normalized diagrams of the Salitre carbonatites show negative spikes at Rb, K, and Ti, and positive spikes at Ba and Sr, besides a strong negative P anomaly associated with apatite removal. D4 magnesiocarbonatites are strongly enriched in Ba. Normalized REE patterns show a strong LREE/HREE fractionation. Magnesiocarbonatites C1 and C2 are less enriched in REE as a whole than calciocarbonatites. The carbon and oxygen stable isotope composition of all Salitre carbonatite samples spans a relatively narrow range both in terms of $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ and $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$, within the field of

primary carbonatites. Mineral chemistry, whole-rock geochemistry, and isotopic composition of bebedourites, phoscorites, and carbonatites shows that these rocks are related through a complex magmatic evolution involving multiple events of fractional crystallization and liquid immiscibility. The parental magma for the Salitre complex probably had a composition similar to the phlogopite picrites that typically occur in all APIP complexes. This primitive magma would generate the olivine perovskite bebedourites (B1a) by crystal accumulation. The removal of olivine and perovskite at this stage would drive the residual magma toward increased P_2O_5 e CO_2 contents, eventually resulting in the separation between two liquids, one of phoscorite composition (P1) and the other a silicate magma that crystallized the olivine-free perovskite bebedourites (B1b). With a continuous build-up of volatiles in the silicate branch a second immiscibility event could take place, producing the melanite bebedourites (B2) and magnesiocarbonatites (C1). The evolution of this carbonatite magma involved subdivision in “simpler” fractions: Mg-rich (C2 magnesiocarbonatites), P- and Fe-rich (P2 phoscorites) and Ca-rich (C3 calciocarbonatites). The late-stage, Ba-rich D4 magnesiocarbonatites are the residue of the fractionation of C2 magnesiocarbonatites, whereas the C3 calciocarbonatites are either the final product of the differentiation of P2 phoscorites, or evolve along a parallel path to them. C3 calciocarbonatites may also have produced the C3a nelsonitic cumulates through fractionation of magnetite, pyrochlore, and apatite. The B2 melanite bebedourites evolve directly by fractional crystallization to the syenitic (S1) end members.

4.1 INTRODUÇÃO

Complexos alcalino-carbonatíticos despertam grande interesse tanto do ponto de vista petrológico quanto metalogenético, mas sua gênese e evolução ainda são objeto de debate, tendo em vista a grande variedade e complexidade dos processos magmáticos envolvidos em sua formação.

Diversos autores relacionaram a gênese de carbonatitos a distintos processos, como fusão parcial direta no manto (carbonatitos primários, e.g. Egglar, 1989, Dalton & Presnall, 1998, Lee & Wyllie, 1998a), resíduo da cristalização fracionada de magmas silicáticos carbonatados (e.g. Lee & Wyllie, 1998b), e imiscibilidade entre líquidos silicático e carbonatítico (e.g. Barker, 1989; Kjarsgaard & Hamilton, 1989; Le Bas 1989; Wyllie, 1989; Lee & Wyllie, 1998b).

A presença de foscoritos em complexos alcalino-carbonatíticos tem sido associada a rochas carbonatíticas (Eriksson, 1989, Krasnova *et al.* 2004a), não somente devido à íntima relação

espacial, mas também a similaridades químicas. Eriksson (1989) relaciona a gênese de foscoritos a carbonatitos do Complexo de Phalaborwa, tendo em vista similaridades como número de Mg e baixo teor de Ni em olivina. Para aquela autora, o foscorito pode ter sido produzido a partir da acumulação de apatita, magnetita, flogopita e olivina de um magma carbonatítico rico em silicato. Na província alcalina de Kola (Rússia), autores apontam para sequências evolutivas envolvendo sucessivos pares foscorito-carbonatito (Krasnova *et al.*, 2004b, Lee *et al.*, 2004, Karchevsky & Moutte, 2004), que poderiam estar associados à mesma fonte mantélica (Karchevsky & Moutte, 2004), ou a fontes mantélicas diferentes (Lee *et al.*, 2004).

O presente trabalho utiliza dados de química mineral, geoquímica de rocha total, isótopos radiogênicos e isótopos estáveis em carbonatitos do complexo alcalino-foscorítico-carbonatítico de Salitre I, Província Ígnea do Alto Paranaíba, em conjunto com os resultados de estudos sobre rochas das séries bebedourítica (Barbosa *et al.*, 2009a - capítulo 2) e foscorítica (Barbosa *et al.* 2009b - capítulo 3) associadas, para investigar os processo petrogenéticos atuantes e desenvolver um modelo evolutivo integrado para o complexo.

4.2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

As províncias alcalinas das margens da bacia do Paraná resultam de um intenso magmatismo que ocorreu no centro-sul do Brasil e no Paraguai oriental do Eocretáceo ao Eoceno. O magmatismo da região é atribuído ao impacto de plumas mantélicas na base da litosfera continental. (Herz, 1977; Toyoda *et al.*, 1994; Gibson *et al.*, 1995a,b, 1997a; Bizzi *et al.*, 1995, VanDecar *et al.*, 1995; Thompson *et al.*, 1998), assim como rochas correlacionáveis na África ocidental (Milner *et al.*, 1995; Milner & Le Roex, 1996; Lanyon & Le Roex, 1995; Le Roex & Lanyon, 1998). Segundo esses modelos, o magmatismo do Eocretáceo, incluindo rochas alcalinas e os basaltos do sistema Paraná-Etendeka, está relacionado ao impacto da pluma de Tristão da Cunha (Gibson *et al.*, 1997a, Milner *et al.*, 1995; Milner & Le Roex, 1996; Le Roex & Lanyon, 1998), enquanto o magmatismo do Neocretáceo ao Eoceno é atribuído à pluma de Trindade (Crough *et al.*, 1980; Gibson *et al.*, 1995b, 1997b; Thompson *et al.*, 1998). As províncias de Poxoréu, de Goiás e do Alto Paranaíba seriam resultantes do impacto inicial desta pluma sob a litosfera do Brasil central, enquanto a Província Serra do Mar, mais jovem, corresponderia ao "vazamento" de manto anormalmente quente para o sul, à medida que a litosfera espessa do Cráton do São Francisco passava sobre o local da pluma, durante a migração do Continente Sul-Americano para oeste (Thompson *et al.*, 1998).

Nas últimas décadas diversos estudos geoquímicos, isotópicos e mineralógicos (Woolley, 1987, Bizzi *et al.*, 1995; Gibson *et al.*, 1995a,b, 1997a; Morbidelli *et al.*, 1995a; Comin-Chiaramonti & Gomes, 1996; Comin-Chiaramonti *et al.*, 1997; Carlson *et al.*, 1996; Thompson *et al.*, 1998, Brod *et al.*, 2000, 2001, Junqueira-Brod *et al.* 1998, 2000, 2002, Gomes *et al.*, 1990) foram realizados sobre essas províncias.

As rochas da Província Ígnea do Alto Paranaíba (Fig. 4.1) incluem kimberlitos, lamproítos e kamafugitos, além de complexos alcalino-carbonatíticos e diques de flogopita picrito (Gibson *et al.* 1995b). Os dados geocronológicos obtidos por Gibson *et al.* (1995b) e Sgarbi *et al.* (2004) indicam um período relativamente restrito de formação da província, entre 80 e 90 Ma, a despeito de um intervalo mais amplo registrado na literatura prévia (Ulbrich & Gomes, 1981; Sonoki & Garda, 1988; Bizzi *et al.*, 1993, 1994).

Kamafugitos são amplamente distribuídos e predominam na Província. Ocorrem como inúmeros corpos sub-vulcânicos de pequenas dimensões e também como lavas e piroclásticas (Grupo Mata da Corda, Seer & Moraes, 1988; Seer *et al.*, 1989; Sgarbi & Valença, 1993, 1994; Sgarbi & Gaspar, 1995; Gibson *et al.*, 1995a). Lamproítos ocorrem somente na porção NW (Gibson *et al.*, 1995b), e pipes de kimberlito diamantífero (Gonzaga & Tompkins, 1991), contendo xenólitos de granada-lherzolito (Leonardos *et al.*, 1993; Carvalho & Leonardos, 1995), restringem-se ao norte da Província.

A Província Ígnea do Alto Paranaíba contém ainda complexos plutônicos (Fig. 4.1) compostos de rochas ultramáficas alcalinas, carbonatitos e foscoritos, que intrudem rochas metassedimentares neoproterozóicas dos domínios interno e externo da Faixa Brasília, as quais são tipicamente deformadas em estruturas dômicas por efeito da intrusão. Os complexos compreendem Catalão I e II no sul de Goiás, e Serra Negra, Salitre I, II e III, Araxá e Tapira, no oeste de Minas Gerais (Berbert, 1984; Gomes *et al.*, 1990; Morbidelli *et al.* 1995b, 1997).

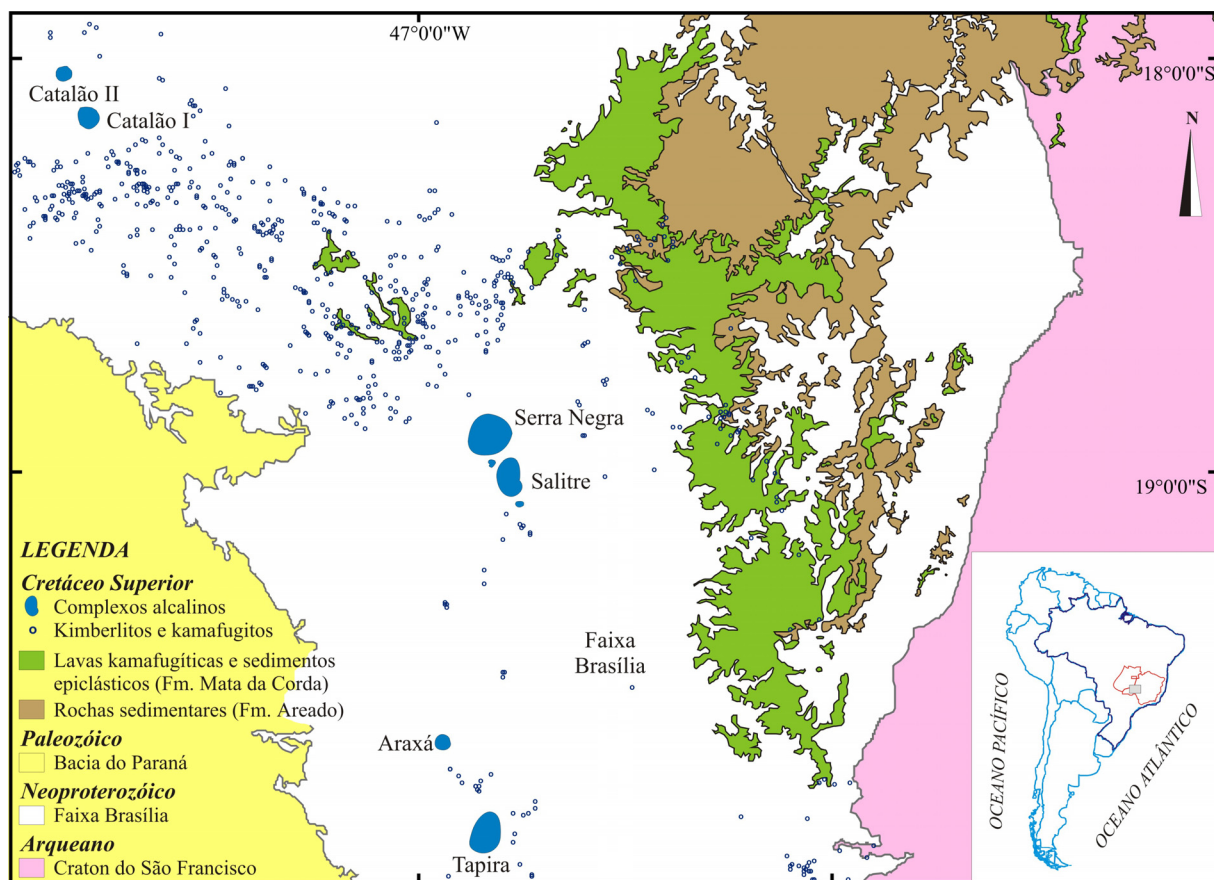


Figura 4.1 – Mapa geológico da Província Ígnea do Alto Paranaíba (adaptado de Oliveira et al., 2004).

O intemperismo tropical predominante na região e os padrões de drenagem centrípeta desenvolvidos a partir de encaixantes mais resistentes (Mariano & Marchetto, 1991; Danni *et al.*, 1991) resultaram em espessa cobertura de solo na maioria dos complexos, favorecendo a concentração econômica do fosfato e nióbio tradicionalmente minerados na região, além de concentrações de titânio, terras raras, barita e vermiculita ainda não aproveitadas comercialmente. Afloramentos são raros, as melhores amostras para estudos petrográficos e geoquímicos estão restritas a testemunhos de sondagem e, eventualmente, aos *pits* das minas em operação na área.

4.3 O COMPLEXO DE SALITRE

As intrusões de Salitre I, II e III (Fig. 4.2) ocorrem imediatamente a sul do complexo de Serra Negra, na região de Patrocínio, MG. Salitre I possui uma forma oval distorcida, com dimensões aproximadas de 7 km na direção N-S e 5 km na direção E-W. Salitre II é um pequeno

(2.5km²) *plug* localizado entre os complexos de Salitre I e Serra Negra. O corpo de Salitre III foi descoberto recentemente, durante atividades de pesquisa da Fosfértil SA, e forma um pequeno *plug* a sul de Salitre I. A expressão topográfica de Salitre I e II é menos proeminente que a de Serra Negra, e Salitre III não tem expressão topográfica. Datação K/Ar em flogopita de bebedourito forneceu uma idade de 86.3 ± 5.7 Ma. (Sonoki & Garda, 1988), enquanto Comin-Chiaramonti *et al.*, (2005a) fornecem uma idade de 84 Ma para o complexo. A Serra do Salitre é a localidade tipo da rocha bebedourito, como definida por Tröger (1928).

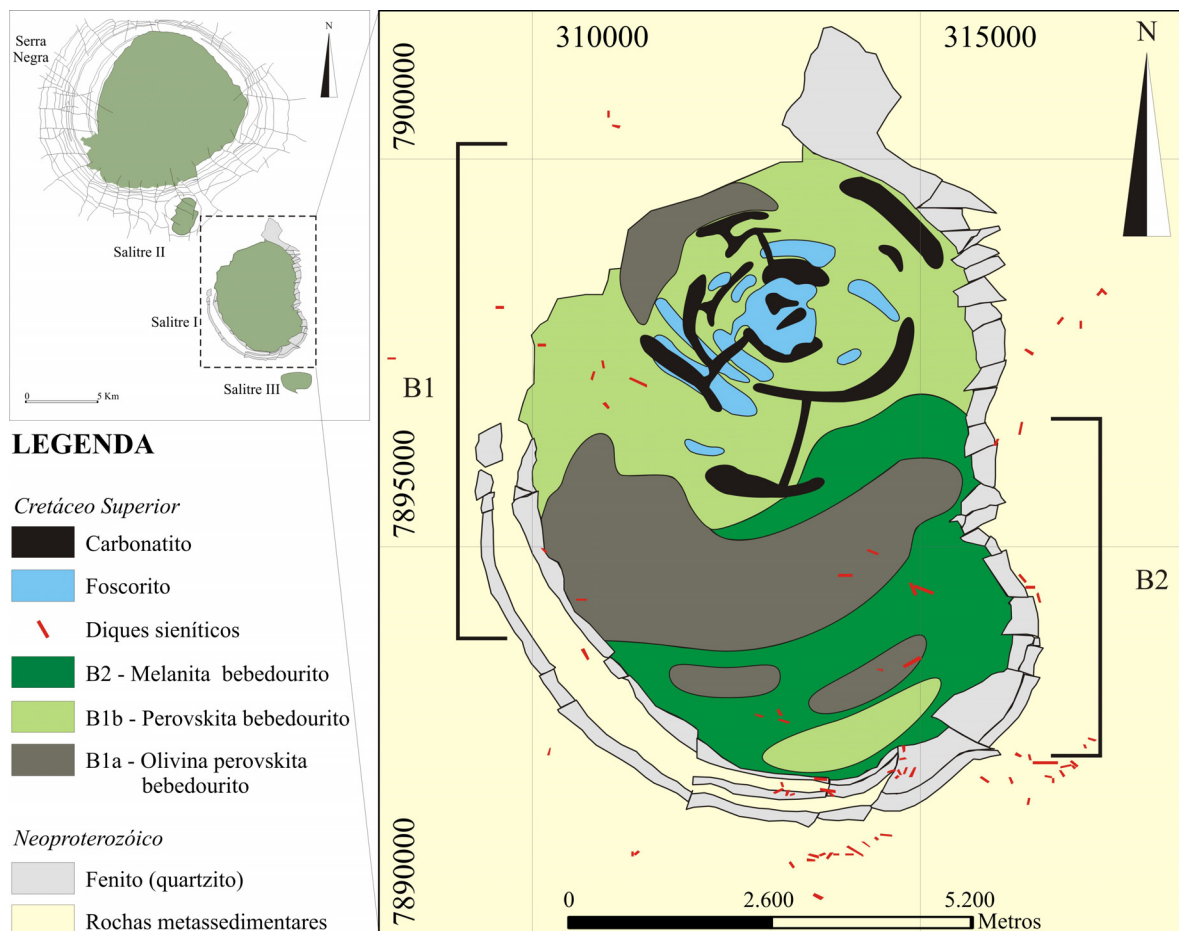


Figura 4.2 - Esquema geológico do substrato do corpo de Salitre I, com base em informações de campo e testemunhos de sondagem. Adaptado de Barbosa (2009).

A figura 4.2 mostra um esquema interpretativo da geologia de Salitre I, montado a partir de informações geofísicas (Ribeiro 2008, comunicação pessoal) e da descrição de furos de sondagem. Tendo em vista a grande variabilidade de tipos litológicos, mesmo em escala mesoscópica, as unidades representadas na figura correspondem a zonas de predominância de um determinado tipo

litológico, ao invés de corpos homogêneos. Uma abordagem semelhante foi utilizada com sucesso em mapeamentos de superfície nos complexos de Catalão I por Grasso *et al.* (2006) e Palmieri *et al.* (2006).

Os tipos petrográficos presentes no complexo incluem bebedouritos amplamente dominantes nos três corpos (Barbosa *et al.* 2009a – Capítulo 2), foscoritos (Barbosa *et al.* 2009b – Capítulo 3) e carbonatitos, além de rochas feldspáticas subordinadas, como o traquito, as quais ocorrem principalmente como diques dentro e fora do complexo. A intrusão de carbonatitos transformou parte das rochas ultramáficas em flogopititos metassomáticos. Uma auréola parcial de quartzito fenitizado circunda as porções central e sul. Haggerty & Mariano (1983) e Mariano & Marchetto (1991) sugerem que parte das rochas feldspáticas na porção sul de Salitre I, previamente interpretadas como traquitos e fonolitos, são na verdade aegirina-nefelina-sanidina fenitos reomórficos, os quais se distinguem dos sienitos magmáticos pela ausência de magnetita e presença de plagioclásio sódico, dalyita ($K_2ZrSi_6O_{15}$) e estrôncio-loparita.

No centro-norte de Salitre I e em uma pequena porção ao sul, predominam bebedouritos ricos em perovskita (B1). Dentro desse domínio, no extremo norte e centro-sul, tem-se predominância de uma fácies rica em olivina, enquanto na porção centro-norte predominam perovskita bebedouritos sem olivina. A porção sul do complexo é dominada por bebedouritos ricos em melanita, piroxênio e flogopita, mais tardios e que formam uma intrusão independente (B2). Diques de bebedouritos com titanita + melanita, e com perovskita + titanita + melanita, relacionados à intrusão B2 ocorrem no interior do domínio B1.

Junto à porção norte, principalmente dentro do domínio dos perovskita bebedouritos, ocorre um sistema de diques anelares interconectados de carbonatitos e foscoritos. Os carbonatitos podem ser dolomíticos ou calcíticos, com presença de olivina, flogopita, magnetita, ilmenita, pirocloro e sulfetos (pirita, pirrotita e calcopirita). Os foscoritos contêm proporções variáveis de olivina, magnetita e apatita (foscoritos, nelsonitos, apatititos e magnetititos), além de flogopita e, como acessórios, pirocloro e sulfetos (pirrotita e calcopirita).

Salitre II é composto principalmente de bebedouritos, localmente recortados por diques e veios de carbonatito.

Salitre III é composto essencialmente por bebedouritos, localmente com foscoritos associados, na porção sul do corpo.

A área amostrada durante o presente trabalho está restrita à porção norte do corpo principal (Salitre I), onde rochas frescas das séries bebedourítica, foscorítica e carbonatítica estão disponíveis em testemunhos de sondagem.

4.3.1 BEBEDOURITOS

Variam de finos a grossos por vezes com aspecto pegmatóide e são compostos essencialmente de clinopiroxênio (\pm olivina), flogopita, perovskita, titanita, melanita, magnetita e apatita. Localmente apresentam texturas de acamamento magmático e podem ocorrer como diques.

Bebedouritos da unidade B1 apresentam variação modal desde rochas com olivina e perovskita (B1a) até perovskita bebedouritos sem olivina (B1b). Bebedouritos com melanita (B2) representam a intrusão de um magma mais evoluído e mais rico em sílica. Nessas rochas, a presença de xenocristais de perovskita envolvidos por sucessivas coroas de titanita e melanita, e a ausência de evidências significativas de assimilação crustal indicam um súbito aumento na atividade de sílica no magma, devido à separação de um líquido carbonatítico imiscível. Um estudo detalhado da química mineral, geoquímica de rocha total, isótopos de Sr e Nd e petrogênese dos bebedouritos de Salitre é apresentada em Barbosa *et al.* (2009a, capítulo 2).

4.3.2 SIENITOS

Os diques de sienitos (S1) de Salitre são rochas finas, compostas essencialmente por K-feldspato tabular e aegirina prismática (Fig. 4.5a), com pequenos cristais de titanita euédrica como principal acessório. Podem apresentar textura traquítica e, por vezes, porfírica (Fig. 4.5b), com fenocristais de piroxênio e K-feldspato de até 1 cm. Representam os termos mais evoluídos da porção silicática do complexo, e estão associados aos melanita bebedouritos (B2).

4.3.3 FOSCORITOS

A série foscorítica é subordinada no complexo, e está restrita à porção norte, dentro do domínio dos bebedouritos B1. Os foscoritos estão frequentemente associados a carbonatitos, ou na interface carbonatito-bebedourito. Geralmente são de granulação grossa, compostos por apatita, olivina, flogopita e magnetita. Texturas de movimentação magmática são frequentes.

Barbosa *et al.* (2009b, capítulo 3) apresentam um estudo detalhado das texturas e composição dos minerais nessas rochas, dividindo os foscoritos de Salitre em P1, compostos por

olivina, flogopita aluminosa, apatita, magnetita e relictos de perovskita e P2, constituídos essencialmente de olivina, apatita, magnetita, com pirocloro acessório, e rara flogopita, que grada para tetra-ferriflogopita nas bordas.

4.3.4 CARBONATITOS

As rochas desta série variam de brancas a acinzentadas, finas a grossas. Ocorrem principalmente como veios, com espessura milimétrica (vênulas) a centimétrica. Corpos maiores, de dimensões métricas, observados em testemunhos de sondagem, podem constituir diques mais espessos ou, mais provavelmente, camadas. Vênulas de carbonatito que cortam bebedouritos resultam na formação de flogopititos metassomáticos.

Os diques centimétricos (Fig. 4.3a) são, em grande maioria, compostos quase exclusivamente por carbonatos, com pouca flogopita e alguns sulfetos (principalmente pirita e pirrotita, subordinadamente calcopirita). Quando em corpos maiores, o carbonatito varia de fino a grosso, e frequentemente grada de carbonatito puro a porções mais ricas em magnetita, flogopita, apatita, olivina e pirocloro. Esses minerais podem estar dispersos (Fig. 4.3b) ou concentrados em bandas (Fig. 4.3c), marcando o acamamento magmático. As camadas, possivelmente na forma de uma pasta de cristais (*crystal mush*) estão frequentemente deformadas e rompidas por movimentações na câmara magmática (Figs. 4.3d e 4.3e).

Devido à impossibilidade de identificar petrograficamente o tipo de carbonato dominante, optou-se por utilizar a classificação química de Woolley & Kempe (1989), dividindo-se os carbonatitos inicialmente em dois grupos principais – calciocarbonatitos e magnesiocarbonatitos. Posteriormente, com base em relações de campo e características petrográficas, foram discriminadas 5 unidades (C1, C2, C3, C3a e D4), onde C1 e C2 correspondem a magnesiocarbonatitos, C3 a calciocarbonatitos, C3a a cumulados nelsoníticos e D4 são diques tardios de magnesiocarbonatito.

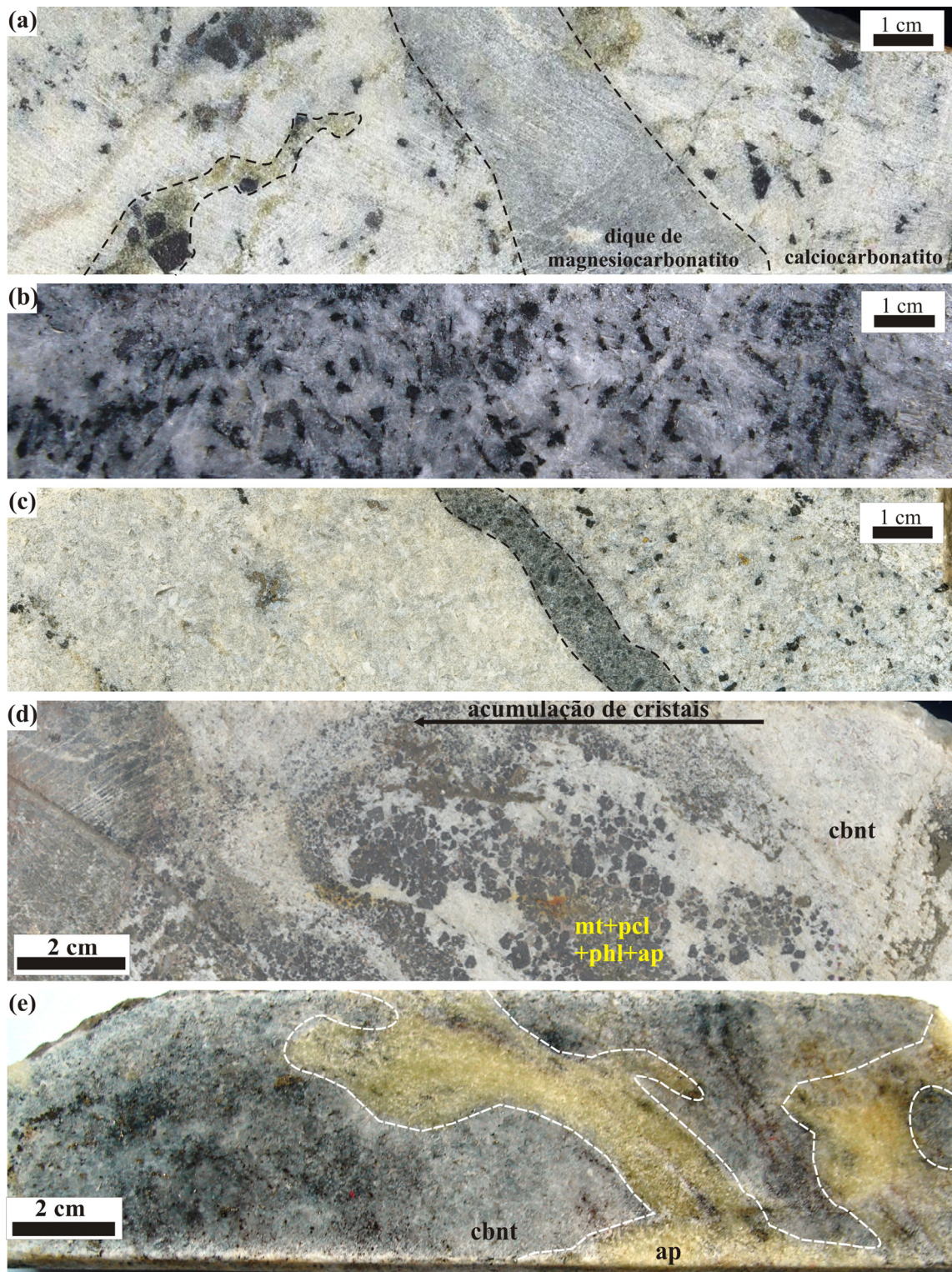


Figura 4.3 – a) calcicarbonatito, com camadas ("fitas") descontínuas de apatita e magnetita, cortado por dique de magnesioarbonatito; b) calcicarbonatito com grãos de carbonato bem formados e estrutura maciça; c) gradação composicional por acamamento magmático, de

calciocarbonatito praticamente puro a cumulos de composição foscóritica (apatita± magnetita± olivina); d) acumulação de magnetita, apatita e pirocloro subordinado, gerando um cumulado nelsonítico a partir de um carbonatito, camadas deformadas por fluxo; e) agregado granular de apatita (apatitito) no interior de carbonatito. ap = apatita, mt = magnetita, pcl = pirocloro, phl = flogopita, cbnt = carbonato.

Os gráficos da figura 4.4 correspondem aos trends de cada grupo segundo os critérios de Woolley & Kempe (1989). Observa-se que parte do *trend* de calciocarbonatitos (C3) estende-se para o domínio dos ferrocarbonatitos. Entretanto, o alto teor de Fe₂O₃(t) nestas rochas está relacionado à presença de magnetita – que chega a atingir 20% da moda – e, portanto, são consideradas calciocarbonatitos.

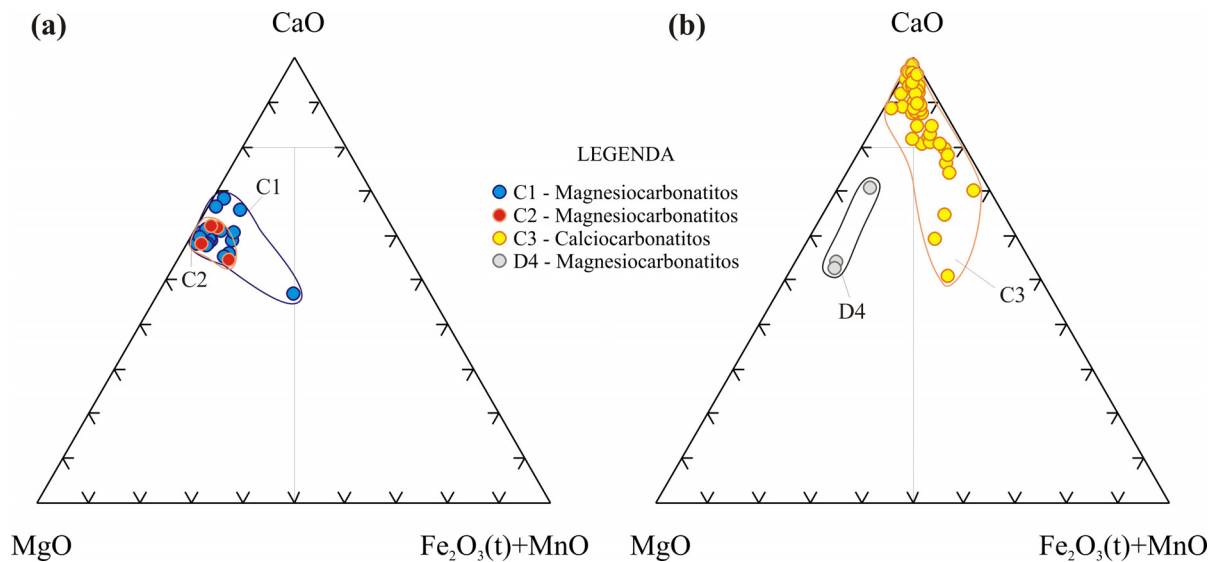


Figura 4.4 – Classificação química de carbonatitos de Woolley & Kempe (1989) para: a) magnesiocarbonatitos C1 e C2 e b) calciocarbonatitos C3 e magnesiocarbonatitos D4 (ver texto para detalhes).

Magnesiocarbonatitos C1

Magnesiocarbonatitos do grupo C1 contêm 71-97% de carbonato, até 17% de apatita, até 6% de olivina e cerca de 5% de magnetita (excepcionalmente 10%). Outros minerais presentes incluem pirocloro (até 5%), flogopita (até 8%), pirita (até 1%, excepcionalmente 8%), calcopirita (até 2%) e pirrotita (traços).

Carbonatos têm granulação fina a grossa. Apatita tipicamente forma agregados prismáticos em bolsões irregulares a intersticiais descontínuos (Fig. 4.5c). Magnetita freqüentemente é amebóide, e localmente engloba grãos de apatita. A flogopita é euédrica, indicando origem

magmática, e localmente possui bordas de tetra-ferriflogopita. Olivina é anédrica e está restrita a duas amostras. Pirocloro varia de grãos euédricos e alaranjados a anédricos e avermelhados.

Magnesiocarbonatitos C2

O grupo C2 é composto por magnesiocarbonatitos praticamente puros (95-100% de carbonato), com até 5% de apatita e até 1% de flogopita, magnetita e sulfetos (pirrotita e calcopirita). A apatita forma prismas subédricos e a flogopita, quando presente, ocorre como “flocos” de tetra-ferriflogopita anédrica.

Calciocarbonatitos C3

Os calciocarbonatitos compõem a maioria das amostras estudadas, e apresentam grandes variações modais. Gradam de olivina calciocarbonatitos, passando por olivina pirocloro calciocarbonatitos, pirocloro calciocarbonatitos, até calciocarbonatitos puros, que constituem os termos mais evoluídos.

Olivina calciocarbonatitos apresentam o maior espectro modal. Os termos menos evoluídos são ricos em olivina, magnetita e apatita e podem conter domínios foscóricos, com contatos gradacionais (Fig. 4.5d). Esses domínios chegam a conter até 31% de olivina, até 36% de apatita, até 8% de magnetita. Os principais acessórios são flogopita (até 7%), pirrotita (até 4%) e pirita (até 2%).

Olivina pirocloro calciocarbonatitos evoluem a partir dos anteriores, pela gradativa diminuição de olivina (até 8%), e surgimento de pirocloro (até 3%). Com o desaparecimento da olivina, ocorre um aumento no teor de flogopita (até 12%), e pirocloro atinge 6%. Apatita (até 16%) e flogopita (até 10%) são os principais acessórios, seguidos por magnetita (até 5%), pirrotita (até 2%), calcopirita (até 1%) e pirita (excepcionalmente 9%, em uma amostra). Em estágios tardios, o carbonato domina (entre 78 e 100%, figura 4.5f).

Nas rochas deste grupo, a olivina ocorre tanto como pequenos grãos anédricos, quanto como cristais maiores e euédricos, e por vezes apresenta zonação (Fig. 4.5g). Nas raras amostras em que ocorre com pirocloro, a olivina apresenta bordas corroídas, e substituição por cristais de flogopita mal formados, sugerindo já não estar em equilíbrio com o sistema. Apatita forma prismas subédricos disseminados, e raramente agregados glomero-porfiríticos (Fig. 4.5h), nos estágios iniciais, passando a acicular, por vezes em agregados radiais (Fig. 4.5i) nos termos mais evoluídos. Flogopita e tetra-ferriflogopita ocorrem em proporções variáveis, são euédricas a subédricas e freqüentemente

apresentam zonação, com flogopita no núcleo e tetra-ferriflogopita na borda. Pirocloro varia de euédrico a anédrico, amarelo a vermelho, e pode ser zonado ou não (Fig. 4.5j). Carbonato forma cristais anédricos, com granulação variando de média a grossa (mais freqüente), localmente apresenta estruturas de fluxo.

Nos carbonatitos da unidade C3 é comum a segregação de apatita, magnetita, olivina e pirocloro em camadas ou “fitas”, gerando porções “foscoríticas” e “nelsoníticas” na rocha, frequentemente deformadas e descontínuas, sugerindo retrabalhamento por movimentações do magma no interior da câmara.

Cumulados nelsoníticos C3a

Ocorrem na interface entre calciocarbonatitos com e sem olivina (Fig. 4.5e) e consistem de cumulados de apatita (até 8%), magnetita (até 68%) e pirocloro (até 8%), contendo quantidades variáveis de carbonato (16–41%) e flogopita (4–40%) intersticiais.

No interior dos cumulados nelsoníticos, ocorrem sucessões de camadas milimétricas a centimétricas cuja composição varia desde magnetitito, composto por abundante magnetita com exsoluções de ilmenita e grandes (até 0.6 cm) cristais de pirocloro alaranjado subédrico, até nelsonito de granulação mais fina, com apatita associada a grãos menores dos óxidos e pirocloro. A quantidade de carbonato e flogopita aumenta das camadas magnetitíticas para as nelsoníticas, até chegar a um nível com carbonato dominante.

Segregações de apatita praticamente pura (apatititos) ocorrem em estágios tardios, onde a apatita forma bolsões irregulares, com contornos amebóides, sugerindo origem por imiscibilidade entre líquidos fosfático e carbonatítico ou, alternativamente, camadas de apatita cumulus, rompidas e remobilizadas por movimentação do magma na câmara. Ao microscópio, estas rochas são acumulações de apatita sacaróide (prismas curtos com contornos arredondados), com carbonato intersticial. A apatita é límpida, praticamente sem inclusões. Flogopita e magnetita são raras, pequenas e mal formadas. Pirita é rara, euédrica.

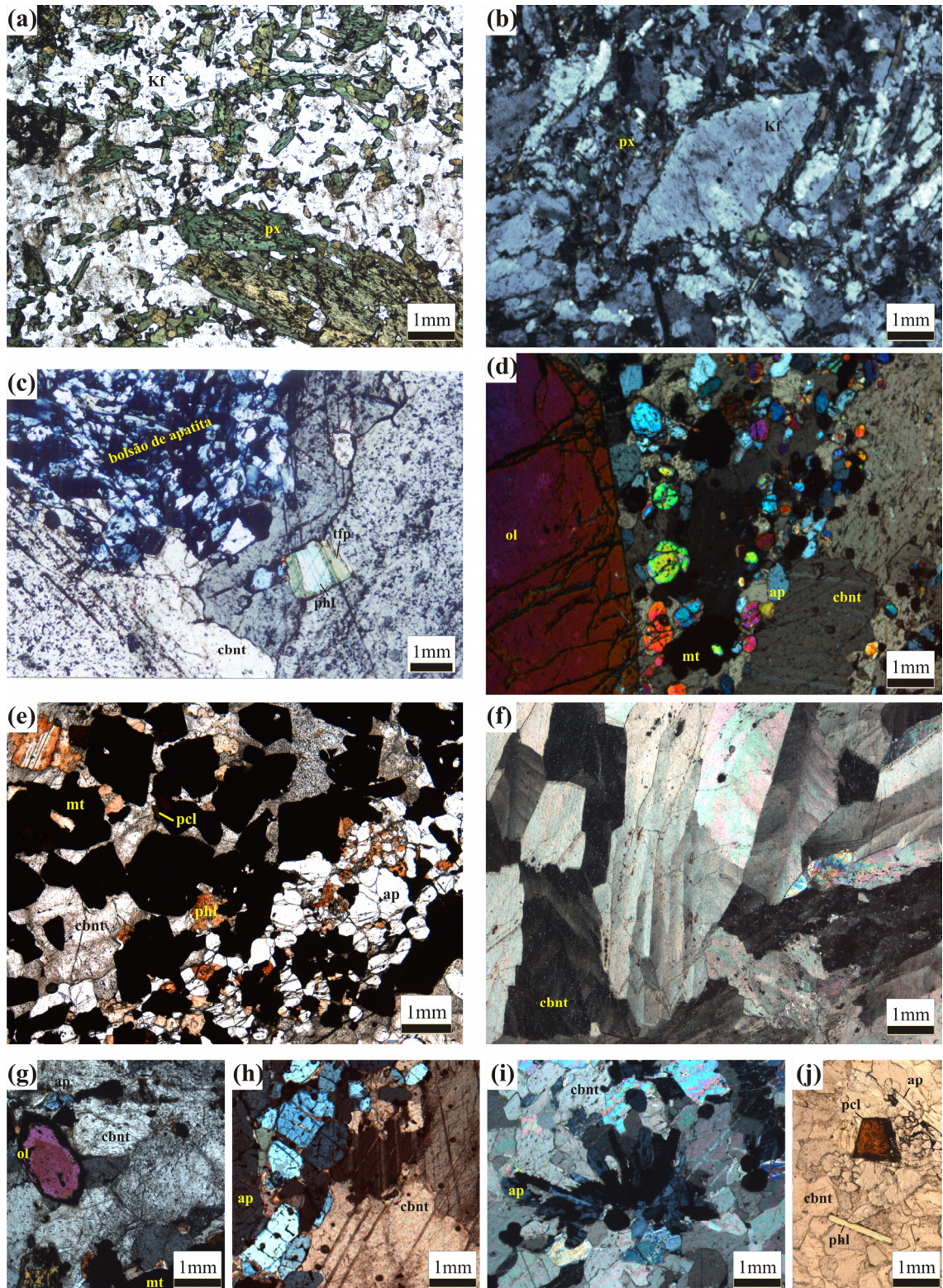


Figura 4.5 – a) sienito com microfenocristais de aegirina em matriz de aegirina e K-feldspato, nicóis paralelos; b) microfenocristal de K-feldspato em matriz de K-feldspato e aegirina em sienitos

de Salitre, nicóis cruzados; c) agregado irregular de apatita em magnesiocarbonatito C1, notar flogopita com borda de tetra-ferriflogopita, nicóis paralelos; d) porção foscorítica em calciocarbonatitos C3, com olivina de granulação variável, nicóis cruzados; e) calciocarbonatito nelsonítico C3a, com acamamento magmático, nicóis paralelos; f) aspecto geral do carbonatito puro C3, nicóis cruzados; g) grão de olivina zonado em calciocarbonatito C3, nicóis cruzados; h) agregado glomero-porfíritico de apatita em carbonatito C3, nicóis cruzados; i) agregado radial de apatita acicular em calciocarbonatito C3, nicóis cruzados; j) grão de pirocloro em calciocarbonatito C3, nicóis paralelos. Legenda: px- piroxênio; Kf- K-feldspato; cbnt- carbonato; ap- apatita; ol- olivina; phl- flogopita; tfp- tetra-ferriflogopita; mt- magnetita; pcl- pirocloro.

Magnesiocarbonatitos D4

O grupo D4 corresponde a diques tardios com características químicas distintas dos demais magnesiocarbonatitos. Ocorre exclusivamente como diques finos, onde o carbonato é o componente predominante (97-100%), com pouca apatita (3%), e rara pirrotita e pirita (traços) e foi individualizado a partir de peculiaridades químicas, como por exemplo, altos teores de Ba (ver a seguir), possivelmente associados a carbonato de Ba (witherita ou norsethita).

4.4 QUÍMICA MINERAL

A determinação da composição química dos principais minerais que ocorrem nos carbonatitos de Salitre foi feita na Universidade de Brasília, com uma microsonda eletrônica CAMECA SX50, no sistema WDS, com condições de operação de 20 nA e 15 kV para todos os minerais analisados. Para a calibração, foi utilizado um conjunto de cristais naturais e sintéticos. Foram feitas 319 análises de flogopita, 126 análises de olivina, 100 análises de magnetita e 31 análises de pirocloro para este trabalho. Análises de pirocloro de Salitre em carbonatitos de Diniz-Pinto *et al.*, (2004) foram aproveitadas nesse trabalho para uma melhor interpretação da evolução desse mineral em carbonatitos.

4.4.1 FLOGOPITA

A flogopita será o primeiro mineral descrito neste trabalho, pois constitui uma fase importante para interpretação petrológica em complexos carbonatíticos, não somente devido à sua ampla ocorrência, mas também por conter variações composicionais que permitem o estabelecimento de uma sequência de evolução petrológica do complexo. Em carbonatitos de Salitre, a flogopita varia desde grãos euédricos, quase sem pleocroísmo, passando por grãos

subédricos com borda de tetra-ferriflogopita, até um aglomerado de pequenos grãos anédricos (*flakes*) de tetra-ferriflogopita. Análises representativas são fornecidas na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Análises representativas de flogopita dos carbonatitos de Salitre.

| Amostra | 20B94 | ASL031 | ASL033 | 219 | ASL022 | FVL184 | 10A77A | 277.2A2 | 277.2A2 |
|--------------------------------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c3 | c3 | c3 | c3a | c3a | c3a |
| SiO ₂ | 42.40 | 40.88 | 41.28 | 40.90 | 42.30 | 40.89 | 40.97 | 38.51 | 40.86 |
| TiO ₂ | 0.17 | n.d. | 0.06 | 0.44 | 0.03 | 0.13 | 0.18 | n.d. | 0.20 |
| Al ₂ O ₃ | 10.35 | 6.67 | 12.10 | 9.41 | 13.12 | 0.09 | 1.36 | 13.19 | 8.68 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.13 | 8.09 | 0.96 | 4.31 | | 16.43 | 14.82 | 0.82 | 6.09 |
| FeO | 2.94 | 1.30 | 1.33 | 3.26 | 2.26 | 2.96 | 2.96 | 2.43 | 0.72 |
| MnO | 0.11 | 0.03 | 0.04 | 0.16 | 0.01 | 0.11 | 0.13 | 0.02 | 0.06 |
| MgO | 27.29 | 26.92 | 27.68 | 25.72 | 27.16 | 24.80 | 25.72 | 26.58 | 27.56 |
| Na ₂ O | 0.06 | 0.02 | n.d. | 0.08 | n.d. | 0.03 | 0.13 | 0.05 | 0.01 |
| K ₂ O | 8.57 | 10.81 | 10.66 | 10.35 | 10.79 | 10.26 | 9.04 | 9.92 | 10.93 |
| BaO | 0.18 | n.d. | 0.97 | 0.37 | 0.46 | 0.05 | n.d. | 2.67 | 0.05 |
| SrO | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| CaO | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | n.d. | 0.15 | n.d. | 0.15 |
| F | n.a. | 0.73 | n.a. | n.a. | n.a. | 0.58 | n.a. | 0.86 | 0.48 |
| H ₂ O | 4.19 | 3.75 | 4.21 | 4.09 | 4.29 | 3.70 | 3.89 | 3.69 | 3.93 |
| Cl | n.d. | n.d. | n.d. | 0.03 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Total | 98.42 | 99.19 | 99.34 | 99.14 | 100.42 | 100.02 | 99.34 | 98.73 | 99.72 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | |
| Si | 6.036 | 5.965 | 5.869 | 5.924 | 5.916 | 6.131 | 6.099 | 5.635 | 5.872 |
| Ti | 0.018 | | 0.006 | 0.048 | 0.003 | 0.015 | 0.020 | | 0.021 |
| Al | 1.737 | 1.147 | 2.028 | 1.606 | 2.162 | 0.015 | 0.239 | 2.275 | 1.470 |
| Fe ³ | 0.228 | 0.888 | 0.103 | 0.470 | 0.000 | 1.853 | 1.662 | 0.090 | 0.658 |
| Fe ² | 0.350 | 0.158 | 0.158 | 0.395 | 0.264 | 0.371 | 0.367 | 0.297 | 0.087 |
| Mn | 0.014 | 0.003 | 0.005 | 0.019 | 0.001 | 0.014 | 0.016 | 0.002 | 0.008 |
| Mg | 5.790 | 5.854 | 5.867 | 5.555 | 5.662 | 5.544 | 5.708 | 5.798 | 5.905 |
| Na | 0.017 | 0.004 | | 0.021 | | 0.008 | 0.036 | 0.014 | 0.001 |
| K | 1.556 | 2.011 | 1.933 | 1.913 | 1.926 | 1.962 | 1.717 | 1.853 | 2.004 |
| Ba | 0.010 | | 0.054 | 0.021 | 0.025 | 0.003 | | 0.153 | 0.003 |
| Sr | | | | | | | | | |

Tabela 4.1 (continuação).

| Amostra | 20B94 | ASL031 | ASL033 | 219 | ASL022 | FVL184 | 10A77A | 277.2A2 | 277.2A2 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Ca | 0.005 | 0.002 | 0.008 | 0.005 | 0.003 | | 0.024 | | 0.023 |
| F | | 0.335 | | | | 0.275 | | 0.397 | 0.220 |
| OH | 3.980 | 3.649 | 3.992 | 3.953 | 4.000 | 3.701 | 3.863 | 3.602 | 3.767 |
| Cl | | | | 0.007 | | | | | |
| Cations | 15.761 | 16.033 | 16.030 | 15.977 | 15.963 | 15.916 | 15.889 | 16.116 | 16.052 |

Cátions calculados com base em 22 O, onde o Fe foi recalculado em Fe²⁺ e Fe³⁺, e depois, as análises foram recalculadas com base em 24 oxigênios, com H₂O calculada por estequiometria, de acordo com o método descrito por Brod et al. (2001). n.d = não detectado; n.a. = não analisado.

A figura 4.6 mostra a gradação composicional das flogopitas em carbonatitos de Salitre. A quantidade de Al presente na flogopita é um importante marcador na evolução dos carbonatitos (e.g. Brod *et al.*, 2001, Lee *et al.*, 2003), pois este elemento ocorre em quantidades pequenas no magma carbonatítico, e tende a ser rapidamente consumido na cristalização da flogopita. Além disso, se ocorrer um evento de imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico, o Al será fortemente particionado para o líquido silicático (e.g. Le Bas, 1989), gerando um empobrecimento súbito na contraparte rica em carbonato. Ambos processos levam à cristalização de tetra-ferriflogopita, mas esperar-se-ia uma variação gradual no caso de cristalização fracionada e abrupta no caso de imiscibilidade de líquidos.

No estágio inicial C1 (Fig. 4.6a), a flogopita dos magnesiocarbonatitos é euédrica, e quase sem pleocroísmo (laranja pálido). Em poucos grãos, observa-se borda de tetra-ferriflogopita. Composicionalmente, a flogopita deste estágio corresponde ao intervalo mais aluminoso (entre 9.7 e 12.3% de Al₂O₃).

Na sequência, a flogopita de calciocarbonatitos e cumulados nelsoníticos (C3 e C3a, respectivamente) é subédrica, e apresenta forte zonação, além do pleocroísmo invertido, feições associadas ao aumento da deficiência em Al no magma. Em estágios iniciais, somente a borda do cristal apresenta deficiência em Al, onde a gradação da série flogopita – tetraferri-flogopita (PHL-TFP) é completa (Fig. 4.6a), com ampla variação nos teores de Al₂O₃ (entre 0.04 e 13%). Em estágios mais evoluídos, mesmo o centro de cristais de flogopita já apresenta forte deficiência em Al.

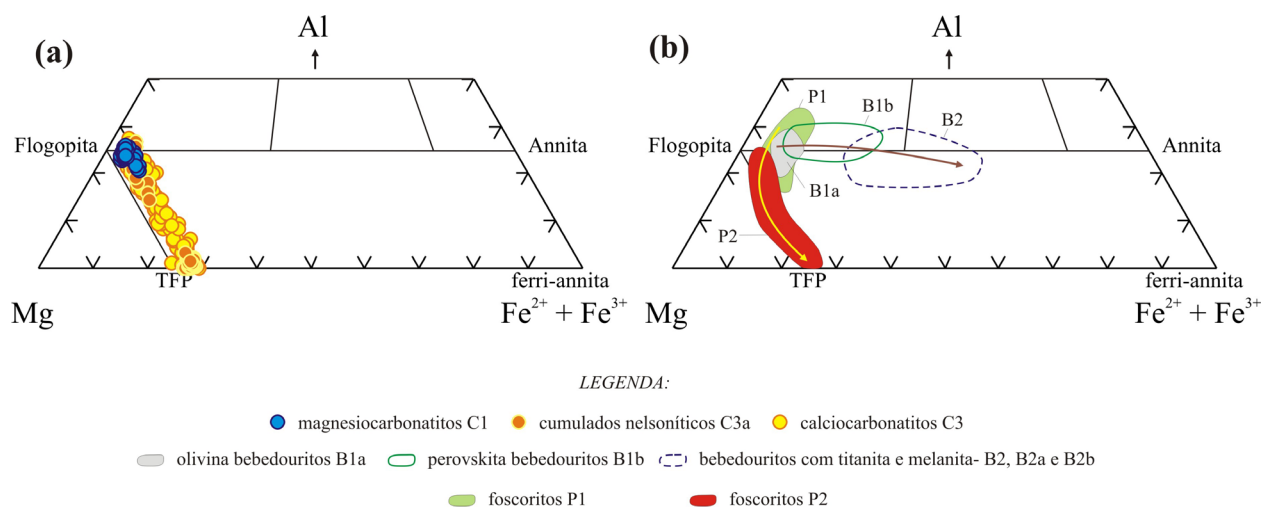


Figura 4.6 – Diagrama de classificação para flogopita em diferentes litotipos do complexo de Salitre: a) magnesiocarbonatitos C1, calciocarbonatitos C3 e cumulos nelsoníticos C3a; b) campos pertencentes a outras unidades do complexo de Salitre (B1a, B1b e B2 – bebedouritos, P1 e P2 – foscorititos – dados de Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2 e Barbosa *et al.*, 2009b – capítulo 3, respectivamente).

A figura 4.6b mostra os *trends* observados em outras séries petrogenéticas pertencentes ao complexo de Salitre. Nos bebedouritos (Barbosa *et al.*, 2009a - capítulo 2), o *trend* evolui na direção flogopita-annita na sequência olivina bebedouritos (B1a) - perovskita bebedouritos (B1b) – bebedouritos com titanita e melanita (B2, B2a e B2b). Para foscorititos (Barbosa *et al.*, 2009b - capítulo 3), o *trend* de P1 está restrito ao início da série PHL-TFP, caracterizado por maiores quantidades de Al, enquanto P2 abrange todo o intervalo PHL-TFP.

A flogopita de carbonatitos de Salitre tem 38.7 a 42.8% de SiO₂, 23.0 a 27.8% de MgO, e até 0.5% de TiO₂, 1.1% de BaO, 0.2% de MnO e 0.6% de Na₂O. A figura 4.7 mostra que o teor de TiO₂ diminui com o Al₂O₃, na direção bebedourito-foscorito-carbonatito.

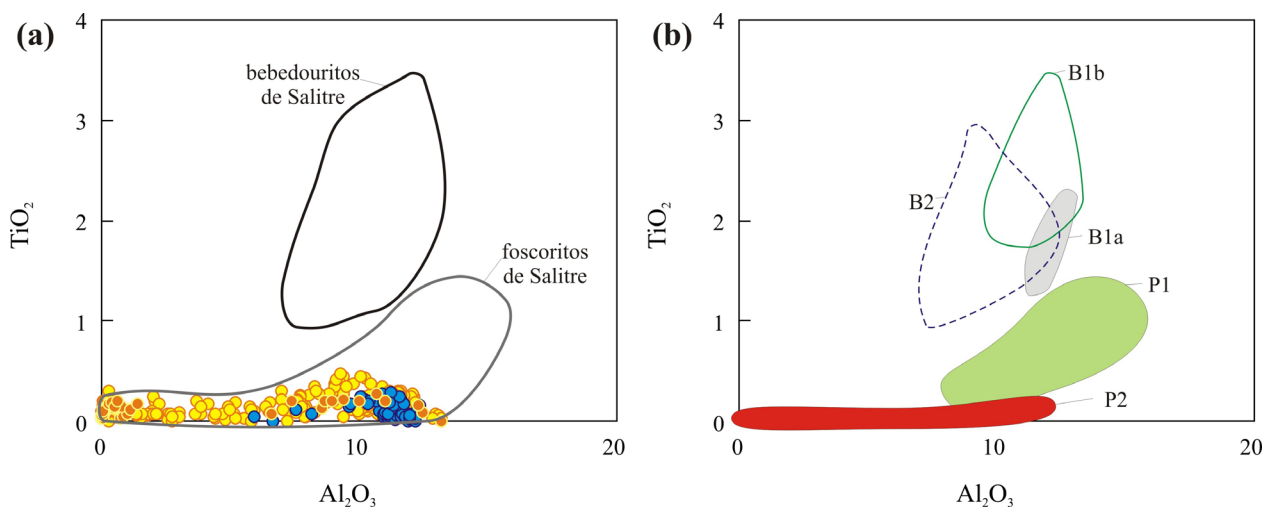


Figura 4.7 – Relação $Al_2O_3 \times TiO_2$ em flogopita: a) carbonatitos de Salitre C1, C3 e C3a, comparados com bebedouritos (linha preta) e foscoritos (linha cinza) de Salitre; b) campos referentes a bebedouritos (B1a, B1b e B2- Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) e foscoritos (P1 e P2 – Barbosa et al., 2009b – capítulo 3) de Salitre. Campos e símbolos como na figura 4.6.

Infelizmente, não possuímos análises de minerais dos magnesiocarbonatitos C2, mas as propriedades óticas e texturais da flogopita nessas rochas sugere que ela tem uma composição próxima à da flogopita de calciocarbonatitos C3, sugerindo que a ordem de evolução nos carbonatitos de Salitre I é magnesiocarbonatitos C1 – magnesiocarbonatitos C2 – cumulados nelsoníticos C3a- calciocarbonatitos C3.

4.4.2 OLIVINA

Entre os grupos de carbonatitos de Salitre, apenas dois contêm olivina em quantidades importantes – magnesiocarbonatitos C1 e calciocarbonatitos C3. Em C1, a olivina é está restrita a duas amostras, enquanto em C3 é freqüente, e mostra grande variedade textural, desde grãos euédricos zonados, até pequenos cristais anédricos. Pode-se também observar a presença de xenocristais de olivina em calciocarbonatitos C3, onde a olivina apresenta contornos arredondados, sugerindo reabsorção do magma. Análises representativas de olivina em carbonatitos de Salitre são apresentados na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Análises representativas de grãos de olivina em carbonatitos de Salitre.

| Amostra | 5A-36A1 | 5A-36A1 | 476.6 | 210 | 219 | 219 | 292D1 |
|--------------------------------|---------|---------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Unidade | C1 | C1 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| SiO ₂ | 42.53 | 41.75 | 40.20 | 41.37 | 41.37 | 41.90 | 42.62 |
| TiO ₂ | 0.01 | 0.03 | n.d. | 0.01 | 0.08 | 0.10 | 0.01 |
| Al ₂ O ₃ | n.d. | n.d. | 0.01 | 0.01 | n.d. | 0.03 | n.d. |
| FeO | 4.51 | 2.11 | 8.68 | 6.20 | 7.49 | 7.48 | 2.72 |
| MnO | 0.43 | 0.35 | 0.89 | 0.53 | 1.12 | 0.96 | 0.42 |
| MgO | 53.03 | 54.85 | 50.80 | 51.60 | 48.40 | 49.86 | 54.17 |
| CaO | 0.06 | 0.01 | 0.14 | 0.01 | 1.20 | 0.58 | 0.05 |
| Na ₂ O | n.d. | n.d. | 0.01 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| K ₂ O | 0.01 | 0.02 | n.d. | 0.02 | n.d. | 0.02 | 0.01 |
| NiO | 0.01 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.05 | n.d. | n.d. |
| Cr ₂ O ₃ | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0.02 |
| Total | 100.58 | 99.11 | 100.73 | 99.75 | 99.71 | 100.93 | 100.00 |
| Cations O=4 | | | | | | | |
| Si | 1.011 | 0.998 | 0.979 | 1.001 | 1.012 | 1.009 | 1.010 |
| Ti | | 0.001 | | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.000 |
| Al | | | 0.000 | 0.000 | | 0.001 | |
| Fe ² | 0.090 | 0.042 | 0.177 | 0.125 | 0.153 | 0.151 | 0.054 |
| Mn | 0.009 | 0.007 | 0.018 | 0.011 | 0.023 | 0.020 | 0.008 |
| Mg | 1.879 | 1.954 | 1.844 | 1.861 | 1.765 | 1.791 | 1.915 |
| Ca | 0.002 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.031 | 0.015 | 0.001 |
| Na | | | 0.001 | | | | |
| K | 0.000 | 0.001 | | 0.001 | | | |
| Ni | 0.000 | | | | 0.001 | | |
| Cr | | | | | | | 0.000 |
| Cations | 2.989 | 3.002 | 3.022 | 2.999 | 2.987 | 2.989 | 2.989 |
| Fa | 0.046 | 0.021 | 0.088 | 0.063 | 0.080 | 0.078 | 0.027 |
| Fo | 0.955 | 0.979 | 0.913 | 0.937 | 0.920 | 0.922 | 0.973 |

Cátions calculados com base em 4 oxigênios. n.d = não detectado.

A figura 4.8a mostra que o intervalo composicional da olivina nos carbonatitos é restrito, exclusivamente no campo da forsterita (teores entre 91.0 e 97.8%). Magnesiocarbonatitos C1 contêm a olivina com os maiores teores de Fo (95.5 a 97.8%), seguidos de calcicarbonatitos C3, onde a olivina varia de 91 a 95.5% de Fo.

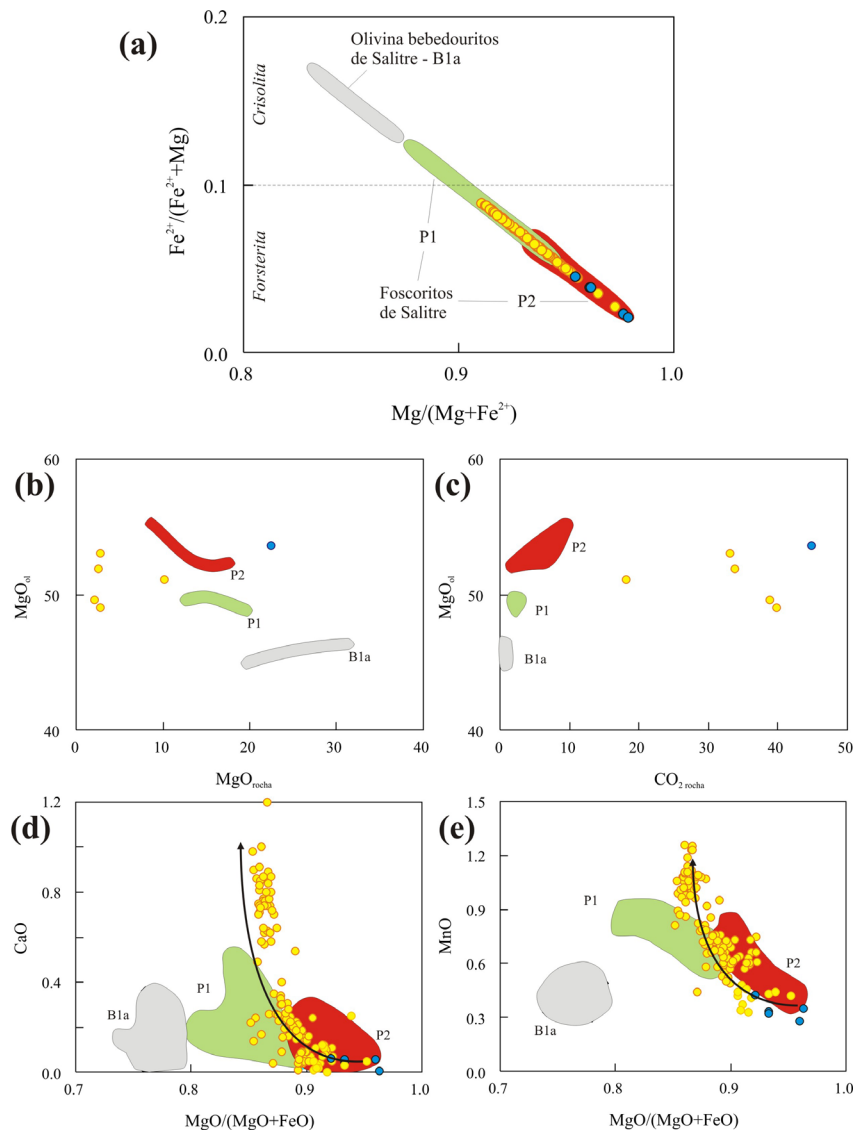


Figura 4.8 – Intervalos composicionais em olivina de carbonatitos de Salitre comparada a olivinas de bebedouritos (B1a) e foscoritites (P1 e P2) de Salitre: a) teor de forsterita. No gráfico, observa-se um aumento no teor de Fo no sentido bebedourito-foscoritite-carbonatito; b) Relação do MgO na rocha com a média de MgO na olivina correspondente; c) Relação do CO_2 na rocha com a média de MgO na olivina correspondente; d) Relação da razão $MgO/MgO+FeO$ da olivina com CaO e e) com MnO em olivinas de carbonatitos, comparadas a olivina bebedouritos e foscoritites de Salitre. Campos correspondem a bebedouritos (B1a) e foscoritites (P1 e P2) de Salitre. Símbolos e campos como na figura 4.6. Dados de química mineral e geoquímica de rocha total de bebedouritos

segundo Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2 e de foscoritos segundo Barbosa *et al.*, 2009b – capítulo 3.

A figura 4.8a mostra uma comparação do teor de forsterita em relação a outras rochas que ocorrem no complexo de Salitre, como bebedouritos ricos em olivina (de composição dunítica e werhlítica – Barbosa *et al.*, 2009a - capítulo 2), e foscoritos (Barbosa *et al.*, 2009b - capítulo 3). Curiosamente, as rochas menos evoluídas (bebedouritos) são as que contêm olivina com os menores teores de forsterita. Em rochas mais evoluídas (foscoritos e carbonatitos) o conteúdo de forsterita aumenta, sendo que olivinas de carbonatitos são as mais magnesianas de todo o conjunto. Eriksson (1989) reporta que o teor de forsterita aumenta de foscoritos para carbonatitos em Phalaborwa, e Lee *et al.* (2004) observam o aumento no teor de forsterita com a evolução dos pares de foscorito-carbonatito de Sokli, mas não discutem as causas para este comportamento.

A figura 4.8b mostra o teor de MgO na rocha, com a média de MgO na olivina correspondente. O teor de forsterita aumenta nos foscoritos com a diminuição do MgO na rocha (direção P1-P2), e diminui nos carbonatitos (direção C1-C3), com a diminuição do MgO na rocha. Apesar das grandes variações no teor de MgO que ocorrem entre as rochas, a variação entre grãos individuais de olivina na mesma amostra é pequena (menor que 2%), e não indica se ocorre aumento ou diminuição sistemática no teor de forsterita – perfis de análises mostram que o MgO por vezes aumenta e por vezes diminui do centro para a borda do grão, sugerindo que o controle do teor de MgO é mais complexo em foscoritos e carbonatitos, e difere da relação MgO-rocha/olivina comumente observada em rochas silicáticas. A figura 4.8c mostra que a quantidade de MgO na olivina aumenta com o aumento de CO₂ de bebedouritos para foscoritos. A mesma relação pode ser observada em carbonatitos, embora com maior dispersão dos dados.

A olivina de carbonatitos de Salitre contém baixos teores de NiO (até 0.09%) e Cr₂O₃ (até 0.08%), além de teores significantes de TiO₂ (até 0.4%), consistentes com os observados na literatura para olivina de carbonatitos e foscoritos (Eriksson, 1989, Gaspar *et al.*, 1998, Krasnova *et al.*, 2004b e Chakhmouradian & Zaitsev, 2004). Uma variação maior ocorre no CaO e MnO, cujos valores são baixos em olivina de magnesiocarbonatitos C1 (até 0.06% de CaO, e 0.3-0.4% de MnO), e altos em olivina de calciocarbonatitos C3 (até 1.2% de CaO e 0.3 a 1.2% de MnO).

As figuras 4.8d e 4.8e mostram que a diferença nos *trends* evolutivos permanece em termos de CaO e MnO, que aumentam com a diminuição da razão MgO/(FeO+MgO), com exceção dos grãos de olivina zonados no calciocarbonatito C3 da figura 4.5g, que têm o núcleo mais rico em

CaO. Texturalmente, os grãos de olivina dessa rocha estão em equilíbrio com a rocha, sugerindo que essa zonação é uma feição primária. Assim como os altos teores de forsterita podem estar associados com o extremo enriquecimento de MgO em magnesiocarbonatitos, o núcleo rico em CaO nesses grãos pode refletir o enriquecimento em CaO nos calciocarbonatitos antes do início da cristalização de calcita ou, alternativamente, a diferença no teor de Ca centro-borda dessas olivinas está refletindo mudanças na composição do magma devido a novas injeções de líquido no sistema.

4.4.3 MAGNETITA

A magnetita dos carbonatitos de Salitre apresenta ampla variação modal – desde ausente em cumulados de calciocarbonatito e magnesiocarbonatito, passando por mineral acessório, até atingir proporções essenciais, como em carbonatitos que gradam para foscoritos e nelsonitos.

Tabela 4.3 – Análises representativas de magnetita para carbonatitos de Salitre.

| Amostra | ASL033 | ASL033 | ASL033 | 66B96 | 10A41A | 277.2B | 292D1 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3a | c3a | c3a |
| Posição | c | b | c | b | b | c | | b | b | B |
| SiO ₂ | 0.06 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.04 | n.d. | n.d. | n.d. | 0.24 | n.d. |
| TiO ₂ | 1.17 | 0.82 | 1.55 | 0.87 | 3.50 | 5.25 | 0.70 | 2.57 | 1.35 | 4.88 |
| Al ₂ O ₃ | 0.14 | 0.10 | 0.18 | 0.03 | 0.08 | 0.08 | 0.83 | n.d. | 0.08 | 0.02 |
| Cr ₂ O ₃ | n.d. | n.d. | n.d. | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.08 | n.d. | 0.03 | 0.02 |
| FeO | 23.49 | 31.25 | 25.18 | 31.97 | 25.76 | 32.14 | 25.77 | 29.09 | 28.53 | 28.52 |
| Fe ₂ O ₃ | 69.57 | 67.75 | 67.54 | 66.29 | 65.52 | 59.37 | 68.63 | 65.32 | 65.83 | 61.21 |
| MnO | 0.85 | 0.20 | 0.86 | 0.12 | 1.19 | 1.03 | 0.67 | 0.70 | 0.46 | 1.40 |
| MgO | 5.45 | 0.39 | 4.33 | 0.71 | 5.09 | 2.40 | 3.79 | 2.29 | 2.01 | 3.48 |
| CaO | 0.01 | 0.36 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.07 | n.d. | 0.03 | 0.03 | n.d. |
| NiO | 0.02 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0.05 | n.d. | 0.01 | n.d. | n.d. |
| ZnO | 0.09 | 0.20 | 0.04 | 0.15 | 0.19 | n.d. | 0.23 | 0.10 | 0.06 | 0.24 |
| V ₂ O ₅ | 0.16 | 0.23 | 0.16 | 0.64 | 0.09 | 0.41 | 0.19 | n.d. | n.d. | n.d. |
| Total | 101.00 | 101.30 | 99.86 | 100.83 | 101.48 | 100.81 | 100.88 | 100.11 | 98.62 | 99.77 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | |
| Si | 0.017 | | | | 0.010 | | | | 0.074 | |
| Ti | 0.256 | 0.186 | 0.347 | 0.198 | 0.766 | 1.179 | 0.154 | 0.583 | 0.310 | 1.099 |
| Al | 0.049 | 0.035 | 0.064 | 0.011 | 0.029 | 0.027 | 0.290 | 0.000 | 0.028 | 0.007 |
| Cr | | | | 0.002 | 0.001 | 0.006 | 0.019 | | 0.007 | 0.005 |

Tabela 4.3 (continuação).

| Amostra | ASL033 | ASL033 | ASL033 | 66B96 | 10A41A | 277.2B | 292D1 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Fe ²⁺ | 5.742 | 7.913 | 6.270 | 8.124 | 6.272 | 8.025 | 6.367 | 7.341 | 7.318 | 7.141 |
| Fe ³⁺ | 15.302 | 15.438 | 15.137 | 15.159 | 14.357 | 13.338 | 15.256 | 14.833 | 15.197 | 13.789 |
| Mn | 0.211 | 0.052 | 0.216 | 0.032 | 0.294 | 0.261 | 0.167 | 0.180 | 0.120 | 0.354 |
| Mg | 2.373 | 0.176 | 1.922 | 0.323 | 2.208 | 1.066 | 1.667 | 1.029 | 0.921 | 1.552 |
| Ca | 0.002 | 0.118 | 0.009 | 0.014 | 0.007 | 0.021 | | 0.009 | 0.011 | |
| Ni | 0.004 | | | | | 0.012 | | 0.001 | | |
| Zn | 0.019 | 0.045 | 0.009 | 0.034 | 0.041 | | 0.051 | 0.023 | 0.014 | 0.052 |
| V | 0.030 | 0.046 | 0.031 | 0.128 | 0.018 | 0.080 | 0.038 | | | |
| Cations | 24.006 | 24.009 | 24.006 | 24.024 | 24.003 | 24.015 | 24.007 | 24.000 | 24.000 | 24.000 |

Fe³⁺ estimado por balanço de carga. Cátions calculados na base de 32 oxigênios. n.d. = não detectado; c= centro do grão; b= borda do grão.

Análises representativas de magnetita em carbonatitos de Salitre são apresentadas na tabela 4.3. A magnetita contém entre 55.8 e 70.7% de Fe₂O₃, e 23.0 – 33.5% de FeO, valores semelhantes aos descritos por Lee *et al.* (2004) para o complexo de Sokli (Rússia). As maiores variações estão nos teores de MgO (até 5.8%) e TiO₂ (até 1.8% em magnesiocarbonatitos e até 5.2% em calciocarbonatitos). Outros elementos apresentam pequena variação, como MnO (até 1.5%), Al₂O₃ (até 1.5%), NiO (até 0.1%), Cr₂O₃ (até 0.08%), ZnO (até 0.3%) e V₂O₅ (até 0.2% em magnesiocarbonatitos, e até 0.9% em calciocarbonatitos).

O intervalo composicional da magnetita de carbonatitos é similar ao encontrado em rochas da série foscorítica do complexo de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009b – capítulo 3), restrito aos termos finais da série ulvoespínélio-magnetita, com pequenas proporções de magnesioferrita.

Lee *et al.* (2004, 2005) apontam uma diminuição dos teores de TiO₂ e MgO com a evolução de foscoritos e carbonatitos do complexo de Sokli (Província de Kola). Brod *et al.* (2005) também observam essa relação na sequência flogopita picritos – bebedouritos – carbonatitos de Tapira (APIP), assim como Reguir *et al.* (2008) em carbonatitos de Kerimasi (Tanzania). Krasnova *et al.* (2004a) observaram que em foscoritos e carbonatitos da Província de Kola contendo calcita e tetra-ferriflogopita ocorre um aumento da concentração de TiO₂ (até 5%) na magnetita, mas interpretam estes valores como resultantes da presença de lamelas de exsolução de ilmenita-geikielita.

A figura 4.9 mostra a relação do MgO com TiO₂ em magnetitas de carbonatitos, bebedouritos e foscoritos de Salitre. Na figura 4.9a observa-se que magnetitas de bebedouritos

contêm os maiores teores de TiO_2 , enquanto as de foscoritos são mais ricas em MgO . A magnetita de magnesiocarbonatitos C1 apresenta variação expressiva somente em MgO (0.2 a 5.8%), com TiO_2 entre 0.8 e 1.8%. Nos calciocarbonatitos C3 a magnetita contém até 5.2% de TiO_2 e até 5.1% de MgO , porém os dados apresentam grande dispersão, associada à presença de pequenas lamelas de exsolução de ilmenita.

A figura 4.9b mostra que TiO_2 e MgO diminuem com a evolução na magnetita de bebedouritos, na direção B1a-B1b-B2. A magnetita dos foscoritos apresenta comportamento similar à dos bebedouritos, embora com concentração menor de TiO_2 e maior de MgO . Em P1, este *trend* é mais facilmente observado, enquanto em P2 os dados apresentam grande dispersão de TiO_2 para um intervalo restrito de MgO . Mesmo assim, o *trend* fica evidente na comparação entre centro e borda de grãos individuais de magnetita de P2 (Barbosa *et al.* 2009b, capítulo 3).

A figura 4.9c mostra que a magnetita de bebedouritos B2 e magnesiocarbonatitos C1 apresenta *trends* evolutivos muito distintos, embora convergindo para o membro final magnetita. É possível que estes dois grupos de rochas estejam ligados por um evento de imiscibilidade de líquidos, onde o TiO_2 foi particionado preferencialmente para a porção silicática (bebedourítica), enquanto o MgO ficou enriquecido na porção carbonatítica. O *trend* observado nos calciocarbonatitos C3 e cumulados nelsoníticos C3a (Fig. 4.9d) apresentam um padrão similar, e embora exista uma significativa dispersão dos dados, nas figuras 4.9c e 4.9d as relações entre centro e borda dos grãos indicam que TiO_2 diminui com a diminuição de MgO em calciocarbonatitos, assim como nas demais séries petrogenéticas do complexo (bebedouritos e foscoritos).

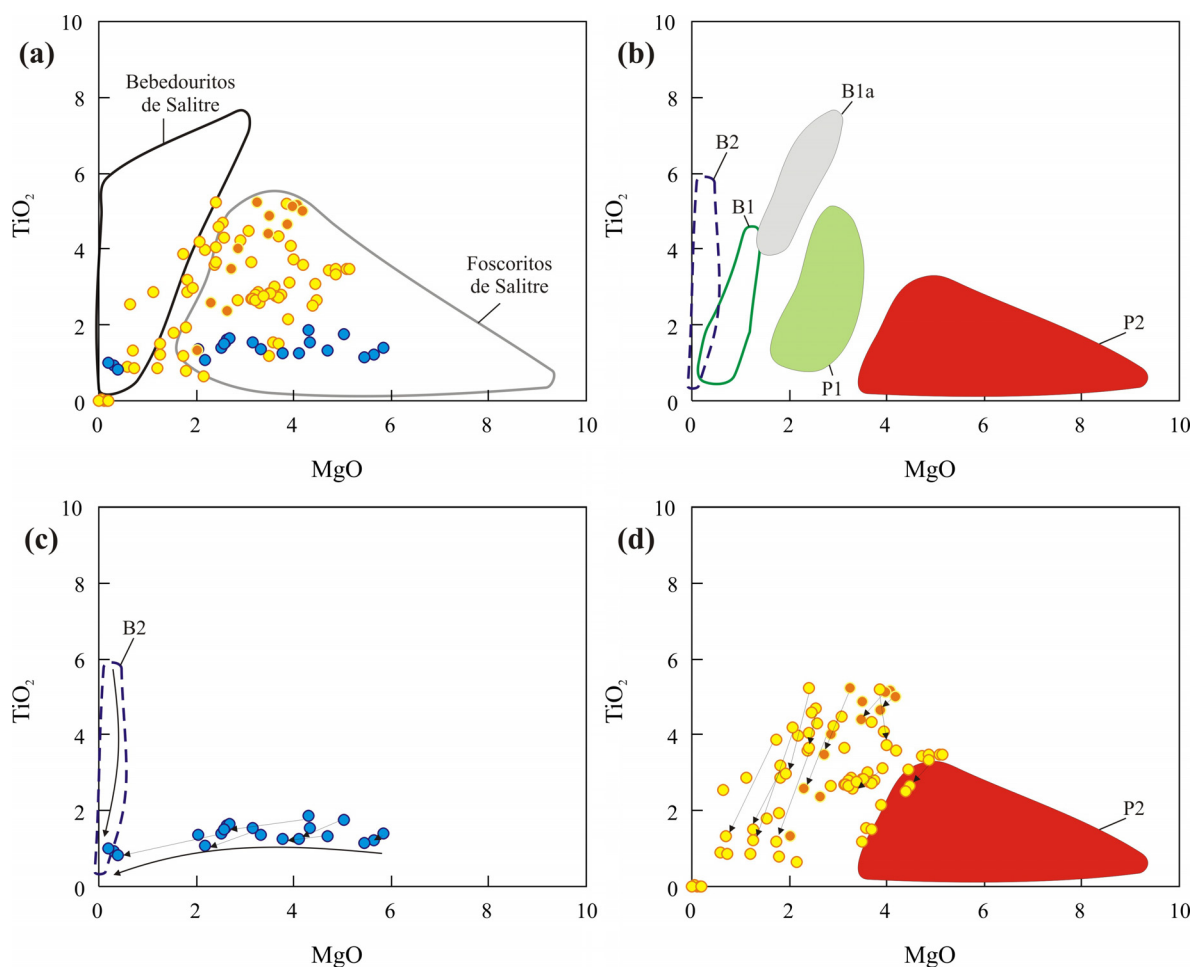


Figura 4.9 – Relação MgO versus TiO_2 em magnetitas de Salitre: (a) carbonatitos C1, C3 e C3a, comparados com bebedouritos (linha preta) e foscoritos (linha cinza) de Salitre; (b) campos referentes a bebedouritos (B1a, B1b e B2 – Barbosa et al., 2009a – capítulo 2) e foscoritos (P1 e P2 – Barbosa et al., 2009b – capítulo 3) de Salitre; (c) e (d) relação de centro-borda em grãos de magnetita de carbonatitos, mostrando que a diminuição do TiO_2 acompanha a diminuição do MgO. As setas menores nas figuras 9c e 9d correspondem à relação centro-borda em grãos individuais. Campos e símbolos como na figura 4.6. Ver texto para maiores detalhes.

4.4.4 PIROCLORO

Pirocloro pode ser um acessório em carbonatitos, frequentemente associado a fases tardias da evolução de complexos carbonatíticos (e.g. Hogarth, 1989; Lee et al., 2004). Em Salitre, ocorre nos foscoritos P2 e nos principais grupos de carbonatitos – magnesiocarbonatitos C1 e C2, calciocarbonatitos C3 e cumulados nelsoníticos C3a.

Nos carbonatitos, está presente desde os estágios iniciais da evolução, onde forma cristais euédricos e em equilíbrio com olivina e flogopita aluminosa. O hábito e a cor do pirocloro variam

muito em carbonatitos, de grãos euédricos a anédricos, com cores entre vermelho-escuro, laranja e amarelo. Análises representativas de pirocloros de carbonatitos de Salitre são apresentadas na tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Análises representativas de pirocloro de carbonatitos de Salitre.

| Amostra | 20B94 | ASL034 | ASL034 | ASL037 | ASL037 | ASL037 | ASL028 | ASL028 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2 ^a 2 |
|--------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----------------------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c2 | c2 | c2 | c3 | c3 | c3a | c3a | c3a |
| Grão | 1 | 3 | 4 | 2 | 5 | 17 | 6 | 15 | 1 | 1 | 4 |
| Ponto | 1 | 2 | 4 | 4 | 6 | 1 | 7 | 1 | 6 | 11 | 1 |
| Nb ₂ O ₅ | 53.89 | 60.38 | 60.12 | 46.53 | 30.78 | 38.74 | 53.85 | 56.24 | 46.77 | 45.51 | 45.48 |
| Ta ₂ O ₅ | 0.75 | 0.41 | 1.12 | 0.59 | 1.34 | 0.88 | 2.95 | 1.69 | 1.59 | 1.56 | 1.53 |
| TiO ₂ | 0.40 | 2.96 | 2.98 | 6.50 | 12.58 | 11.47 | 1.64 | 1.33 | 10.53 | 11.10 | 9.76 |
| ZrO ₂ | 2.70 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 1.46 | 1.27 | 1.35 |
| UO ₂ | 0.95 | n.d. | 8.77 | 12.03 | 5.72 | 4.14 | 12.26 | 1.45 | 1.49 | 1.61 | 1.49 |
| ThO ₂ | 5.91 | 1.96 | 3.34 | 12.62 | 8.26 | 9.61 | 3.98 | 11.16 | 9.92 | 10.91 | 10.65 |
| La ₂ O ₃ | 0.61 | 0.29 | 0.26 | 0.33 | 0.53 | 0.59 | 0.12 | 0.30 | 0.66 | 0.48 | 0.34 |
| Ce ₂ O ₃ | 4.20 | 1.31 | 1.24 | 2.87 | 3.85 | 5.21 | 0.47 | 1.42 | 5.04 | 5.04 | 4.60 |
| Sm ₂ O ₃ | 0.12 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 0.40 | 0.15 | 0.37 |
| FeO | 1.54 | 0.25 | 0.65 | 1.35 | 3.76 | 1.51 | 0.68 | 1.76 | 1.07 | 1.18 | 1.29 |
| MnO | 0.07 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.27 | 0.29 | 0.04 | 0.06 | 0.17 | 0.19 | 0.24 |
| CaO | 8.91 | 17.08 | 3.14 | 2.33 | 6.79 | 12.99 | 10.18 | 13.08 | 13.80 | 15.47 | 13.64 |
| BaO | 0.04 | 0.00 | 6.72 | 8.03 | 2.57 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| SrO | 0.53 | 1.06 | 2.36 | 1.46 | 0.94 | 0.19 | 0.41 | 0.50 | 0.27 | 0.26 | 0.22 |
| Na ₂ O | 5.58 | 5.57 | 0.09 | 0.02 | 0.18 | 2.87 | 5.31 | 3.38 | 3.46 | 2.82 | 2.37 |
| PbO | n.a. | 0.02 | 0.12 | 0.18 | 0.18 | 0.11 | 0.20 | 0.05 | n.a. | n.a. | n.a. |
| Total | 86.18 | 91.31 | 90.91 | 94.85 | 77.76 | 88.59 | 92.08 | 92.44 | 96.61 | 97.54 | 93.33 |
| Cations Sítio B=2 | | | | | | | | | | | |
| Nb | 1.861 | 1.842 | 1.829 | 1.613 | 1.172 | 1.328 | 1.845 | 1.891 | 1.400 | 1.373 | 1.419 |
| Ta | 0.016 | 0.007 | 0.021 | 0.012 | 0.031 | 0.018 | 0.061 | 0.034 | 0.029 | 0.028 | 0.029 |
| Ti | 0.023 | 0.150 | 0.151 | 0.375 | 0.797 | 0.654 | 0.094 | 0.074 | 0.524 | 0.557 | 0.506 |
| Zr | 0.101 | | | | | | | | 0.047 | 0.041 | 0.045 |
| U | 0.016 | | 0.131 | 0.205 | 0.107 | 0.070 | 0.207 | 0.024 | 0.022 | 0.024 | 0.023 |
| Th | 0.103 | 0.030 | 0.051 | 0.220 | 0.158 | 0.166 | 0.069 | 0.189 | 0.149 | 0.166 | 0.167 |
| La | 0.017 | 0.007 | 0.007 | 0.009 | 0.016 | 0.017 | 0.003 | 0.008 | 0.016 | 0.012 | 0.009 |
| Ce | 0.117 | 0.032 | 0.031 | 0.080 | 0.119 | 0.145 | 0.013 | 0.039 | 0.122 | 0.123 | 0.116 |
| Sm | 0.003 | | | | | | | | 0.009 | 0.003 | 0.009 |
| Fe ² | 0.098 | 0.014 | 0.037 | 0.087 | 0.265 | 0.096 | 0.043 | 0.110 | 0.059 | 0.066 | 0.074 |

Tabela 4.4 (continuação).

| Amostra | 20B94 | ASL034 | ASL034 | ASL037 | ASL037 | ASL037 | ASL028 | ASL028 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A2 |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Mn | 0.004 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.019 | 0.018 | 0.002 | 0.004 | 0.009 | 0.011 | 0.014 |
| Ca | 0.729 | 1.235 | 0.226 | 0.192 | 0.613 | 1.055 | 0.827 | 1.042 | 0.979 | 1.106 | 1.009 |
| Ba | 0.001 | 0.000 | 0.177 | 0.241 | 0.085 | | | | | | |
| Sr | 0.023 | 0.041 | 0.092 | 0.065 | 0.046 | 0.008 | 0.018 | 0.022 | 0.010 | 0.010 | 0.009 |
| Na | 0.826 | 0.729 | 0.011 | 0.003 | 0.030 | 0.421 | 0.781 | 0.487 | 0.444 | 0.365 | 0.317 |
| Pb | | 0.000 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | 0.004 | 0.001 | | | |
| Sítio A | 1.923 | 2.092 | 0.766 | 1.107 | 1.463 | 1.998 | 1.967 | 1.926 | 1.799 | 1.861 | 1.725 |

Fórmula estrutural calculada na base Σ cations do sítio B = 2. n.d. = não detectado; n.a. = não analisado

A fórmula geral assumida para o grupo do pirocloro é $A_{2-m}B_2X_{6-w}Y_{1-n} \cdot pH_2O$ (Lumpkin & Ewing, 1995), onde A = As, Ba, Bi, Ca, Cs, K, Mg, Mn, Na, Pb, ETR, Sb, Sr, Th, U e Y; B = Nb, Ta, Ti, Zr, Fe^{3+} , Al e Si (Zurevinski & Mitchell, 2004) e raramente W^{+5} (Caprilli *et al.*, 2006); X = O^{2-} , OH^- e F^- ; e Y = O^{2-} , OH^- e F^- . Segundo a classificação de Hogarth (1977), que leva em conta os íons característicos na posição A, as análises de pirocloro dos carbonatitos de Salitre correspondem predominantemente a pirocloro *stricto sensu* (Fig. 4.10a). São caracterizados por teores moderados de TiO_2 (até 12.6% em magnesiocarbonatitos, até 8.4% em calciocarbonatitos, 11.8% em cumulados nelsoníticos) e baixos de Ta_2O_5 (até 2.5% em magnesiocarbonatitos, até 3.1% em calciocarbonatitos, até 2% em cumulados nelsoníticos), com quantidades de Nb_2O_5 entre 30.8 e 60.6%. Pirocloro rico em Ba (até 8.09% de BaO) ocorre apenas como núcleos irregulares em alguns cristais em magnesiocarbonatitos C1 e C2. A figura 4.10a mostra que existem importantes variações composicionais entre pirocloros de foscoritos e carbonatitos de Salitre. Quando comparado a carbonatitos, o pirocloro dos foscoritos P2 de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009, capítulo 3) apresenta maiores teores de Ta_2O_5 , UO_2 , ThO_2 , ZrO_2 e FeO.

A variação composicional mais importante observada em pirocloros de carbonatitos ocorre no sítio A. A figura 4.10b mostra a substituição de Ca+Na por Ba no sítio A, que ocorre em núcleos de pirocloros de magnesiocarbonatitos. Essa substituição resulta em uma vacância no sítio A (Fig. 4.10c) e é compensada em termos de carga pela troca de Nb por Si no sítio B, observada em pirocloros de Lueshe (Nasraoui & Bilal, 2000), Bingo (Williams *et al.*, 1997), Catalão I (Fava, 2001, Cordeiro *et al.*, 2009b) e Sokli (Lee *et al.*, 2006), e são interpretadas como produtos de alteração intempérica durante a laterização (Lumpkin & Ewing, 1995), podendo gerar depósitos residuais, como em Catalão I. No caso de Salitre, o pirocloro rico em Ba está no núcleo dos grãos e rochas

frescas, sugerindo que a formação de bariopirocloro não está restrita à alteração intempérica, mas ocorre também em estágios iniciais da evolução magmática em magnesiocarbonatitos.

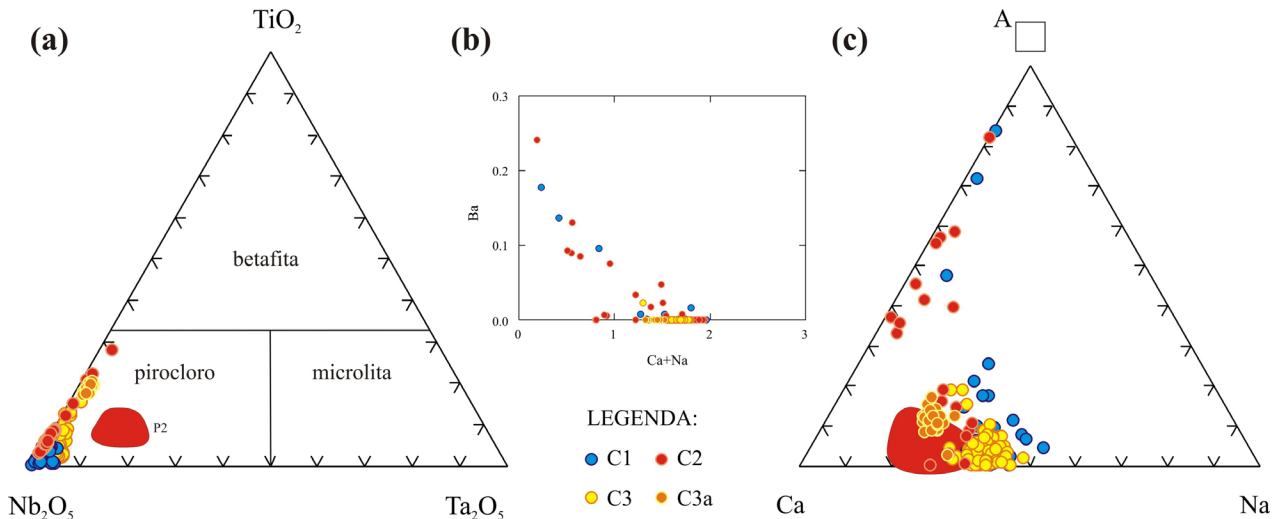


Figura 4.10 – Comportamento dos pirocloros de Salitre: (a) classificação do pirocloro, segundo Hogarth (1977), mostrando a diferença entre pirocloro de foscoritos (campo vermelho; dados de Barbosa et al., 2009 – capítulo 3) e carbonatitos; (b) substituição de $Ca + Na$ por Ba no sítio A; (c) diagrama $Ca-Na$ -vacância no sítio A, mostrando que o pirocloro de magnesiocarbonatitos C1 apresenta vacância no sítio A causada pela substituição $Ca+Na$ por Ba .

Em resumo, as diferenças composicionais observadas em flogopita, magnetita, olivina e pirocloro dos carbonatitos (C1, C2, C3 e C3a) de Salitre apontam para magmas em distintos estágios de evolução, onde magnesiocarbonatitos C1 correspondem aos estágios iniciais, seguidos dos magnesiocarbonatitos C2, e calciocarbonatitos C3. Os dados de química mineral sugerem ainda que magnesiocarbonatitos C1 estão relacionados aos bebedouritos B2 por um evento de imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico, enquanto calciocarbonatitos C3 evoluem por cristalização fracionada dos foscoritos P2. Cumulados produzidos durante a evolução de C3 geram cumulados nelsoníticos C3a.

4.5 GEOQUÍMICA DE ROCHA TOTAL

A composição geoquímica de rocha total foi determinada para amostras de carbonatito e de sienito. Elementos maiores foram determinados em um conjunto de 40 carbonatitos por ICP-AES sobre amostra fundida com metaborato de lítio ($LiBO_4$), no Laboratório Acme, Canadá. Elementos traço e terras raras foram determinados sobre as mesmas amostras, também fundidas com

metaborato de lítio (LiBO₄) por ICP-MS no Laboratório Acme (21 amostras) e no Laboratório de Geoquímica da Universidade de Brasília (19 amostras). Um conjunto complementar de 33 carbonatitos e 4 sienitos, analisados por Brod (1999) foi incorporado na base de dados do presente artigo. Neste caso, as análises foram realizadas na Universidade de Durham, Inglaterra, com determinação de elementos maiores e alguns elementos-traço (Cr, Sc, Zr, Ni, Co, V, Nb, La, Ce, Nd, Y, Rb, Sr, Ba e Th) por Fluorescência de Raios-X e elementos traço adicionais (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, Hf, Ta, Pb, Th e U) e terras raras por ICP-MS. Dados representativos são apresentados na tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Análises representativas de elementos maiores e traço em carbonatitos e sienitos de Salitre I.

| Amostra | ASL031 | ASL036 | 34B-65B | FSALT87 | 66B-96 | ASL022 | ASL035 | ASL013 | SAL-3 | SAL-3D |
|------------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Unidade | c1 | c1 | c2 | c2 | c3 | c3 | c3 | d4 | s1 | s1 |
| Laboratório | Durham | Durham | ACME | UnB | ACME | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham |
| Elemento (%) | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 0.33 | 0.24 | 0.00 | 0.62 | 0.81 | 0.44 | 0.42 | 0.22 | 54.14 | 60.31 |
| TiO ₂ | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.16 | 0.02 | 0.01 | 0.17 | 2.76 | 1.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.32 | 0.23 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.19 | 0.17 | 10.30 | 14.51 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 3.43 | 1.86 | 5.28 | 3.87 | 3.84 | 3.22 | 0.66 | 3.62 | 9.72 | 7.20 |
| MnO | 0.19 | 0.22 | 0.24 | 0.80 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.39 | 0.17 | 0.09 |
| MgO | 14.88 | 19.35 | 19.84 | 19.30 | 2.42 | 3.47 | 5.17 | 18.48 | 2.82 | 0.69 |
| CaO | 35.40 | 29.72 | 30.49 | 29.64 | 52.02 | 47.75 | 46.11 | 25.13 | 6.67 | 1.74 |
| Na ₂ O | 0.19 | 0.50 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.10 | 0.46 | 0.10 | 3.24 | 3.67 |
| K ₂ O | 0.05 | 0.16 | 0.05 | 0.00 | 0.23 | 0.06 | 0.01 | 0.03 | 7.25 | 9.96 |
| P ₂ O ₅ | 10.16 | 0.66 | 1.30 | 0.00 | 7.37 | 3.91 | 0.00 | 0.43 | 0.97 | 0.03 |
| BaO | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.16 | 0.28 | 0.12 | 0.16 | 3.17 | 0.17 | 0.23 |
| SrO | 0.79 | 0.84 | 0.81 | 0.88 | 1.43 | 1.21 | 1.38 | 1.20 | 0.13 | 0.08 |
| LOI | 33.77 | 46.04 | 41.80 | 44.50 | 30.90 | 39.45 | 44.70 | 46.14 | 0.75 | 0.35 |
| TOTAL | 99.60 | 99.86 | 99.91 | 99.82 | 99.67 | 100.14 | 99.42 | 99.25 | 99.84 | 100.21 |
| CO ₂ | 33.44 | 45.22 | 42.80 | 42.91 | 34.74 | 39.36 | 44.63 | 45.95 | n.a. | n.a. |
| S | 0.33 | 0.82 | 0.06 | 0.40 | 0.14 | 0.09 | 0.07 | 0.19 | n.a. | n.a. |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | |
| Ba | 32.0 | 266.3 | 222.6 | 1426.9 | 2497.3 | 1108.2 | 1448.7 | 28386.4 | 1519.0 | 2044.5 |
| Rb | 3.3 | 10.7 | 1.8 | 0.3 | 8.0 | 2.3 | 3.0 | 15.3 | 139.4 | 172.5 |
| Sr | 6682.6 | 7100.0 | 6801.9 | 7447.0 | 12069.1 | 10190.9 | 11629.0 | 10095.5 | 1086.3 | 648.9 |

Tabela 4.5 (continuação).

| Amostra | ASL031 | ASL036 | 34B-65B | FSALT87 | 66B-96 | ASL022 | ASL035 | ASL013 | SAL-3 | SAL-3D |
|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Cs | n.d. | n.d. | 0.10 | n.a. | 0.10 | n.d. | n.d. | 0.02 | n.a. | 0.88 |
| Ga | n.d. | n.d. | 2.00 | n.a. | 4.90 | n.d. | n.d. | 13.10 | 22.50 | 29.57 |
| Ta | n.a. | n.a. | 39.30 | 0.42 | 22.20 | n.a. | n.a. | 1.13 | n.a. | 3.79 |
| Nb | 628.9 | 160.9 | 366.3 | 24.4 | 1600.1 | 86.0 | 9.3 | 77.3 | 182.4 | 112.1 |
| Hf | n.a. | n.a. | 0.70 | 0.37 | 1.10 | n.d. | n.d. | 0.24 | n.a. | 21.49 |
| Zr | 44.1 | 6.7 | 14.8 | 16.5 | 23.0 | 17.4 | 6.4 | 4.2 | 959.9 | 896.6 |
| Y | 54.0 | 15.6 | 12.2 | 11.4 | 74.7 | 53.7 | 53.6 | 66.5 | 76.7 | 20.2 |
| Th | 1.5 | 20.5 | 29.0 | 10.1 | 137.1 | 10.8 | 1.5 | 163.9 | 0.4 | 2.7 |
| U | 1.7 | 2.4 | 114.5 | 1.1 | 72.4 | 17.7 | 1.5 | 20.6 | 1.8 | 0.7 |
| Cr | 3.4 | 2.9 | 6.8 | 17.4 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 46.6 | 43.6 | 20.9 |
| Ni | 5.4 | 0.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 13.7 | 11.0 | 13.9 | 18.3 | 3.4 |
| V | 38.3 | 3.3 | 54.0 | 15.0 | 154.0 | 14.1 | 0.0 | 42.6 | 226.6 | 148.4 |
| Cu | 8.2 | 3.9 | 0.5 | n.a. | 18.0 | 8.2 | 5.5 | 0.0 | 47.4 | 22.7 |
| Pb | 13.4 | 10.9 | 2.1 | n.a. | 5.5 | 7.1 | 9.4 | 68.0 | 10.9 | 2.8 |
| Zn | 24.3 | 1.1 | 28.0 | n.a. | 22.0 | 19.1 | 8.4 | 254.5 | 111.2 | 46.7 |
| La | 263.7 | 85.1 | 83.5 | 98.9 | 486.5 | 269.9 | 257.6 | 1845.7 | 228.3 | 57.5 |
| Ce | 683.5 | 180.9 | 214.9 | 220.9 | 1186.3 | 595.1 | 498.1 | 3485.8 | 361.3 | 134.0 |
| Pr | n.a. | n.a. | 24.9 | 30.4 | 131.0 | n.a. | n.a. | 400.0 | n.a. | 16.5 |
| Nd | 318.6 | 78.5 | 92.1 | 109.3 | 467.3 | 245.6 | 202.6 | 1451.6 | 156.5 | 57.3 |
| Sm | n.a. | n.a. | 11.2 | 14.4 | 54.7 | n.a. | n.a. | 202.3 | n.a. | 8.6 |
| Eu | n.a. | n.a. | 3.0 | 3.6 | 14.6 | n.a. | n.a. | 55.4 | n.a. | 2.3 |
| Gd | n.a. | n.a. | 6.15 | 8.05 | 30.63 | n.a. | n.a. | 125.26 | n.a. | 5.57 |
| Tb | n.a. | n.a. | 0.80 | 0.82 | 4.23 | n.a. | n.a. | 10.34 | n.a. | 0.81 |
| Dy | n.a. | n.a. | 2.50 | 3.04 | 14.13 | n.a. | n.a. | 26.04 | n.a. | 3.78 |
| Ho | n.a. | n.a. | 0.34 | 0.45 | 2.04 | n.a. | n.a. | 2.73 | n.a. | 0.68 |
| Er | n.a. | n.a. | 0.70 | 1.04 | 4.20 | n.a. | n.a. | 4.91 | n.a. | 1.73 |
| Tm | n.a. | n.a. | 0.09 | 0.12 | 0.56 | n.a. | n.a. | 0.70 | n.a. | 0.26 |
| Yb | n.a. | n.a. | 0.46 | 0.72 | 3.05 | n.a. | n.a. | 4.84 | n.a. | 1.76 |
| Lu | n.a. | n.a. | 0.06 | 0.08 | 0.40 | n.a. | n.a. | 0.80 | n.a. | 0.34 |

n.a. = não analisado; n.d. = não detectado.

4.5.1 ELEMENTOS MAIORES

Os sienitos de Salitre compõem a porção silicática mais evoluída do complexo. São caracterizados pelos teores mais altos de SiO₂ (42-60%) e mais baixos de MgO (até 4%) dentre as rochas estudadas. São alcalinos agpaíticos, com razão (K₂O + Na₂O)/Al₂O₃ entre 0.81 e 1.01.

Contêm 7 a 10% de K_2O , 3 a 7% de Na_2O , e 10 a 18% de Al_2O_3 . O teor de Fe_2O_{3T} varia de 7.2 a 13.1% e o de TiO_2 de 1.0 a 4.8%. CaO varia de 1.7 a 8.6% e P_2O_5 é baixo (até 1.1%).

Os diferentes grupos de carbonatitos de Salitre apresentam composição similar entre si, com a exceção óbvia de MgO e CaO , que discriminam os magnesiocarbonatitos (12-22% de MgO , 25-37% de CaO) dos calciocarbonatitos (até 12% de MgO , e 21-57% de CaO).

O teor de SiO_2 é muito baixo em magnesiocarbonatitos (até 1.7%) e ligeiramente mais alto em calciocarbonatitos (até 3%, com poucas amostras atingindo até 7% de SiO_2). Os carbonatitos de Salitre tipicamente apresentam baixo conteúdo de álcalis (até 0.7% Na_2O e até 0.9% K_2O), Al_2O_3 (até 0.5%) e TiO_2 (geralmente abaixo de 0.9%). As raras exceções compreendem uma amostra de magnesiocarbonatito C1 com 1.9% de Al_2O_3 , e cumulados nelsoníticos C3a, que contem até 3.4% de TiO_2 . P_2O_5 atinge até 10.8%, à exceção de um cumulado rico em apatita da unidade C3a, que contem 34.6% de P_2O_5 . $Fe_2O_3(t)$ pode atingir até 20%, excepcionalmente chegando a 50% em cumulados ricos em magnetita (C3a).

4.5.2 ELEMENTOS-TRAÇO

Em valores absolutos, os carbonatitos estudados contêm baixo Rb (até 29 ppm), Ni (até 16 ppm, excepcionalmente 74 ppm em uma amostra de C3a) e Cr (até 50 ppm). São enriquecidos em Ba (até 1500 ppm em magnesiocarbonatitos, 3000 ppm em calciocarbonatitos) e Sr (até 11000 ppm em magnesiocarbonatitos, 14000 ppm em calciocarbonatitos, e até 13500 ppm em magnesiocarbonatitos D4). O Ba é anormalmente alto nos diques tardios de magnesiocarbonatito (28000 a 33000 ppm).

Padrões de elementos-traço normalizados ao condrito (Thompson *et al.* 1984) mostram que, geralmente, os carbonatitos de Salitre apresentam típicas anomalias negativas em Rb, K, e Ti e positivas em Ba e Sr (Fig. 4.11). Gradações ocorrem, por exemplo, o incremento na anomalia negativa de P, relacionado à remoção de apatita do sistema, que pode indicar tanto uma evolução por cristalização fracionada, como por uma possível separação de líquidos carbonático-fosfático. Em magnesiocarbonatitos D4, observa-se forte enriquecimento em Ba (cerca de 10000 vezes a concentração condrítica).

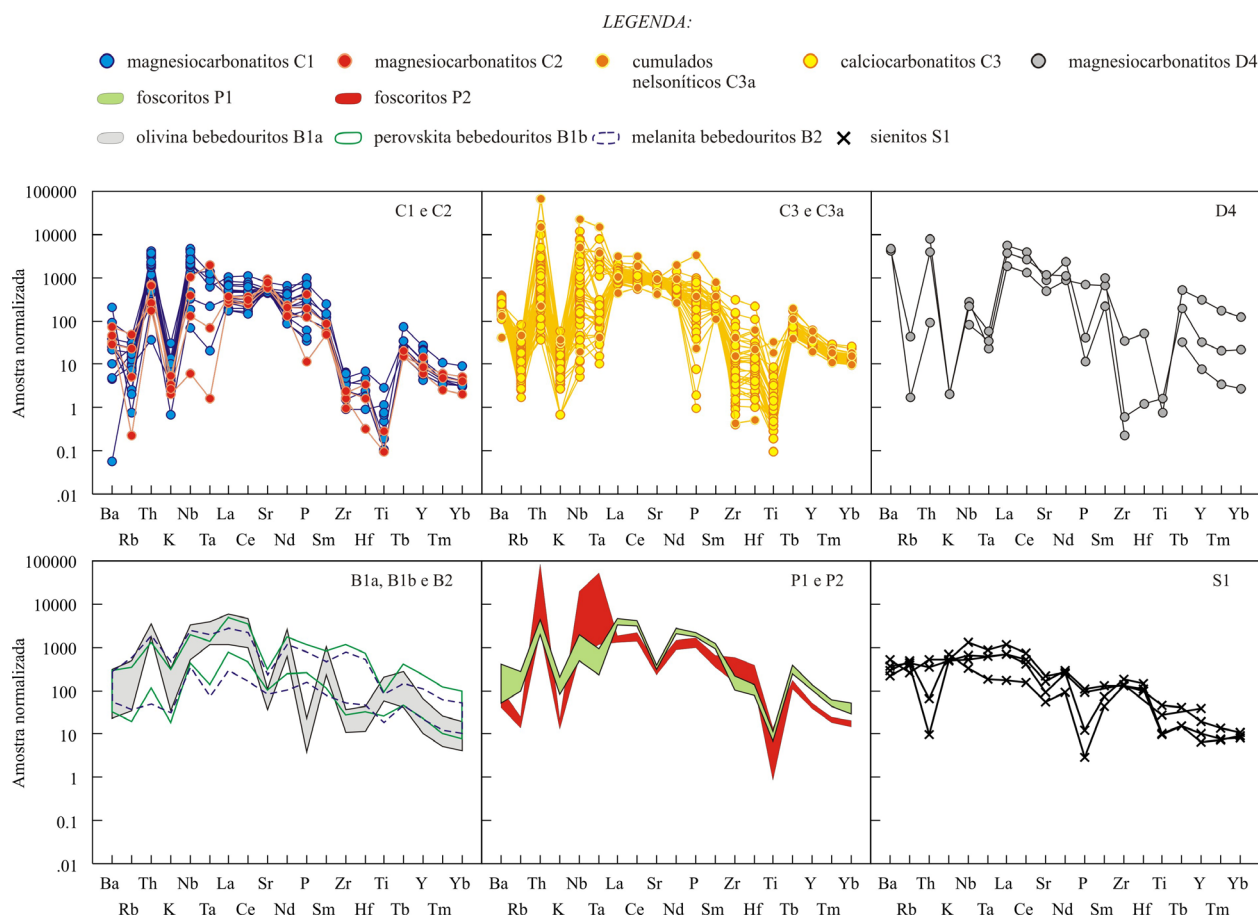


Figura 4.11 – Diagramas multielementares normalizados aos valores de Thompson *et al.* (1984), para carbonatitos (C1, C2, C3, C3a e D4), bebedouritos (B1a, B1b e B2, dados de Barbosa *et al.*, 2009 – capítulo 2), foscoritos (P1 e P2, dados de Barbosa *et al.*, 2009 – capítulo 3) e sienitos (S1) de Salitre.

O padrão de elementos-traço dos sienitos de Salitre é similar ao dos bebedouritos B2 (Barbosa *et al.*, 2009a, capítulo 2), porém o empobrecimento mais acentuado em P de algumas amostras indica remoção de apatita.

4.5.3 ELEMENTOS TERRAS RARAS

Elementos terras raras (ETR) normalizados ao condrito (Boynton, 1984) mostram que carbonatitos são enriquecidos em ETR leves em relação aos ETR pesados (Fig. 4.12), padrão típico de rochas alcalinas. Em concentração absoluta, magnesiocarbonatitos contêm menos ETR ($\sum\text{ETR}=440\text{-}2000$ ppm) do que os calciocarbonatitos ($\sum\text{ETR}=900\text{-}5900$ ppm). Apesar destas diferenças, o padrão de fracionamento entre os grupos estudados é bastante similar – nos

magnesiocarbonatitos (C1 e C2), a razão La/Yb_N varia de 60.9 a 134.4, enquanto em calciocarbonatitos (C3, C3a) La/Yb_N situa-se entre 44.5 e 162.6. A grande diferença está nos magnesiocarbonatitos tardios D4, que contem as maiores variações, onde duas amostras exibem um padrão fortemente fracionado, com La/Yb_N de 257 e 1389 ($\sum ETR = 7600$ e 4500 ppm, respectivamente), enquanto outra apresenta $\sum ETR = 3000$ ppm, com $La/Yb_N = 14.4$, incomum para carbonatitos. As razões para tal comportamento não são claras, mas é possível que esta amostra seja produto de remobilização pós-magmática de carbonato.

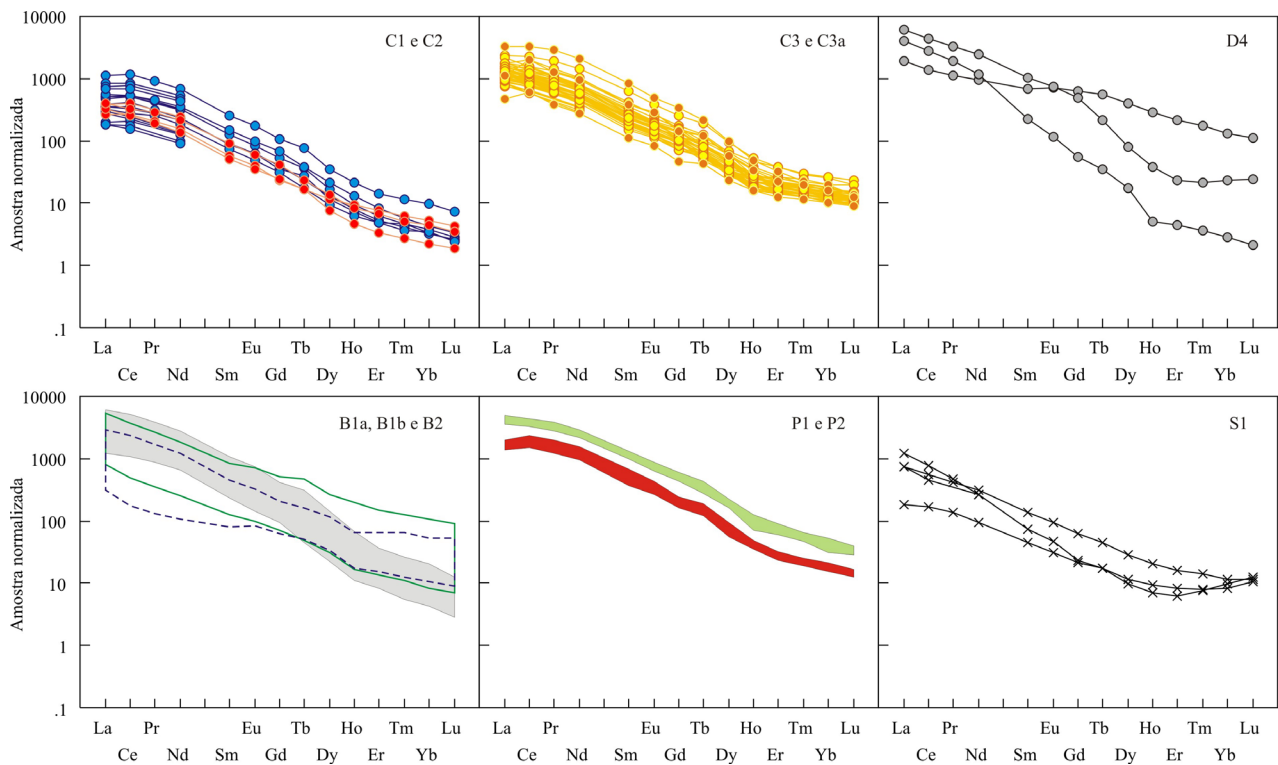


Figura 4.12 – Diagramas de elementos terras raras normalizados ao condrito (Boynton, 1984) para carbonatitos (C1, C2, C3a, C3 e D4), bebedouritos (B1a, B1b e B2), foscorititos (P1 e P2) e sienitos (S1) de Salitre. Campos e símbolos como na figura 4.11.

Sienitos (S1) também apresentam fracionamento de ETRL/ETRP, com concentrações variáveis de ETR ($\sum ETR = 291-1263$ ppm) e razão La/Yb_N entre 22.0 e 124.3. Uma amostra, que contém a maior concentração total de elementos terras raras ($\sum ETR$) e apresenta o maior fracionamento ETRL/ETRP tem um padrão de ETR côncavo, com depleção de ETR médios. Brod (1999) observou o mesmo comportamento em sienitos do complexo de Tapira, e atribuiu esse padrão ao metassomatismo dos carbonatitos, que elevou as concentrações de ETR leves em sienitos.

4.6 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE C E O

Os dados isotópicos de carbono e oxigênio em carbonato foram obtidos no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília, por reação das amostras com 100% H₃PO₄ a 72°C, usando um Gas Bench II System conectado a um espectrômetro de massa de fonte gasosa Delta V Advantage. A tabela 4.6 resume as composições isotópicas de carbono e oxigênio dos carbonatitos de Salitre, em notação delta relativamente aos padrões PDB (carbono) e SMOW (oxigênio).

Tabela 4.6 – Composição isotópica de carbonatitos do complexo de Salitre.

| Amostra | Unidade | $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ | $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ | Amostra | Unidade | $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ | $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ |
|----------|---------|-------------------------------------|------------------------------------|------------|---------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 09B-50 | c1 | 7.50 | -6.50 | 210 | c3 | 7.88 | -7.00 |
| 20B-94 | c1 | 7.29 | -6.70 | 219 | c3 | 8.25 | -6.69 |
| 5A-36A1 | c1 | 7.97 | -6.58 | 228 | c3 | 8.63 | -6.65 |
| ASL040 | c1 | 7.98 | -6.59 | 235.5 | c3 | 8.61 | -6.95 |
| 34B-65B | c2 | 7.40 | -6.76 | 251A | c3 | 7.74 | -6.58 |
| ASL024 | c2 | 8.05 | -6.54 | 251B | c3 | 7.45 | -6.42 |
| ASL030 | c2 | 8.56 | -6.36 | 257.5B | c3 | 7.17 | -6.52 |
| FF05 49B | c2 | 7.70 | -6.49 | 277.2A1 | c3 | 7.87 | -6.97 |
| FSALT87 | c2 | 8.23 | -6.00 | 277.2B | c3 | 7.36 | -7.24 |
| 09A-60B | c3 | 7.58 | -7.33 | 385 | c3 | 7.65 | -6.80 |
| 10A-41A | c3 | 7.24 | -7.17 | 456.4 | c3 | 7.02 | -7.25 |
| 34A-144B | c3 | 9.37 | -6.60 | 469.6 | c3 | 7.31 | -7.13 |
| 66B-96 | c3 | 7.23 | -7.21 | 472 | c3 | 7.49 | -7.21 |
| ASL017 | c3 | 7.35 | -7.02 | 475.8 | c3 | 7.05 | -7.34 |
| ASL018 | c3 | 7.76 | -6.87 | 476.6 | c3 | 6.91 | -7.03 |
| ASL022 | c3 | 6.87 | -7.08 | 479.5 | c3 | 7.46 | -6.95 |
| ASL023 | c3 | 7.33 | -6.92 | 492 | c3 | 7.09 | -7.12 |
| ASL026 | c3 | 7.27 | -7.15 | FSALT49.8B | c3 | 7.01 | -7.27 |
| ASL028 | c3 | 7.36 | -6.93 | FVL145C | c3 | 7.72 | -7.04 |
| ASL032 | c3 | 7.28 | -7.17 | FVL93.8 | c3 | 6.87 | -7.25 |
| ASL035 | c3 | 7.21 | -6.98 | 10A-77A | c3a | 7.15 | -7.39 |
| ASL039 | c3 | 7.27 | -7.07 | 277.2A2 | c3a | 7.48 | -7.29 |
| FF05 49A | c3 | 7.05 | -6.90 | 277.2A3 | c3a | 7.87 | -7.25 |

Carbonatitos primários tem valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ entre -4‰ e -8‰, e $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ entre +6‰ e 10‰ (Taylor *et al.*, 1967, Deines, 1989, Demény *et al.*, 2004). A composição isotópica de carbonatitos pode ser afetada por processos distintos, tanto durante a evolução magmática, como desgaseificação e AFC, quanto pós-magmática. Assimilação da rocha encaixante é um processo comum, que pode afetar as composições isotópicas de carbono e oxigênio (Santos & Clayton, 1995). Interações com fluidos de altas e baixas temperaturas também podem afetar valores isotópicos (Deines, 1989; Santos & Clayton, 1995). Na APIP, muitas amostras apresentam altos valores de $\delta^{18}\text{O}$, enquanto os valores de $\delta^{13}\text{C}$ são compatíveis com o de carbonatitos primários, sugerindo que estes foram afetados por interações com fluidos ricos em água (Morikiyo *et al.*, 1990; Bizzi *et al.*, 1994, Toyoda *et al.*, 1994; Santos & Clayton 1995, e Comin-Chiaramonti *et al.*, 2005b).

A figura 4.13 mostra a composição isotópica dos carbonatitos de Salitre, que apresentam intervalo de composição restrito, onde a maior variação (cerca de 2.5‰) está no $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ (6.87‰ e 9.37‰), enquanto $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ apresenta variação de pouco mais de 1‰, entre -6.00‰ e -7.38‰. Nota-se ainda na figura que todas as amostras plotam no campo pertencente aos carbonatitos primários. A composição isotópica do magnesiocarbonatito D4 analisado ($\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}=8.16\%$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}=-6.36\%$), indica composição primária dos carbonatos. Este fato sugere que o Ba desta amostra está contido em minerais primários, possivelmente barita e/ou norsethita. Barita não foi reconhecida na análise petrográfica desta amostra, mas Cordeiro *et al.* (2009c) descrevem a presença de norsethita nas fases tardias da evolução magmática do complexo de Catalão I.

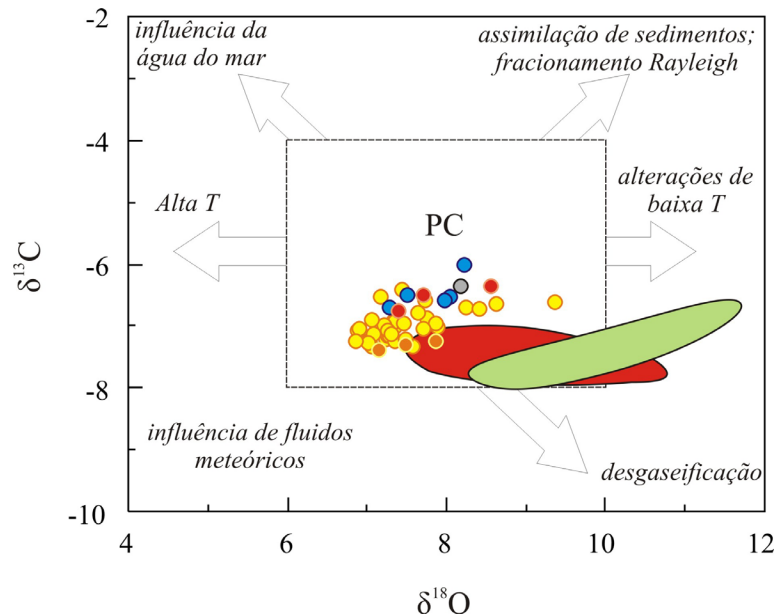


Figura 4.13 – Isótopos de C e O para carbonatitos de Salitre. Campos correspondem aos foscoritos (P1 e P2) de Salitre, para comparação. Campo tracejado corresponde a carbonatitos primários (“primary carbonatite field”, de Taylor et al., 1967). Setas indicam principais processos na mudança da composição isotópica de carbonatos (segundo Deines, 1989, Demény et al., 2004). Símbolos e campos como na figura 4.11.

Observa-se ainda na figura 4.13 que tanto os foscoritos (Barbosa *et al.*, 2009b, capítulo 3) quanto os carbonatitos de Salitre tem composição isotópica compatível com origem mantélica, mas os carbonatitos apresentam $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ ligeiramente mais alto e $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ ligeiramente mais baixo em comparação com os foscoritos. A variação mais ampla em termos de $\delta^{18}\text{O}$ sugere que, em Salitre, foscoritos foram mais suscetíveis à alteração, ainda que incipiente, do que carbonatitos. Alternativamente, não pode ser descartada a possibilidade de fracionamento isotópico de oxigênio entre carbonatos e distintos minerais em cada um dos sistemas.

4.7 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

4.7.1 MAGMA PARENTAL – ORIGEM DO COMPLEXO

A afinidade ultrapotássica dos complexos alcalino-carbonatíticos da Província do Alto Paranaíba foi sugerida por diversos autores (Lloyd & Bailey, 1991, Gibson *et al.*, 1995, Morbidelli *et al.*, 1997, Brod *et al.*, 2000). Morbidelli *et al.* (1997) sugerem que a afinidade potássica é a causa

da notável ausência de rochas da série ijolítica nos complexos carbonatíticos do Alto Paranaíba. Note-se que o complexo de Phalaborwa, na África do Sul, igualmente de afinidade potássica (Eriksson, 1989) compartilha diversas características petrográficas com os complexos da APIP, inclusive a ausência de ijolitos. Segundo Brod *et al.* (2000), os derrames de kamafugitos da Mata da Corda e os diques de flogopita picrito encontrados no complexo de Tapira e em outros complexos alcalino-carbonatíticos da província compartilham a mesma fonte, tendo em vista suas similaridades mineralógicas, químicas e isotópicas. Os flogopita picritos estão presentes em todos os complexos carbonatíticos da Província Alto Paranaíba (e.g. Gibson *et al.*, 1995, Brod, 1999, Brod *et al.*, 2000, 2001, 2005, Cordeiro *et al.*, 2009a) e são a marca registrada desses complexos. Brod (1999) e Brod *et al.* (2000) interpretam o flogopita picrito como o magma parental dos complexos carbonatíticos da APIP, que dá origem às rochas da série bebedourítica por cristalização fracionada e aos carbonatitos por uma combinação de cristalização fracionada e imiscibilidade de líquidos.

Durante o presente trabalho não foram encontrados diques preservados de flogopita picrito nos testemunhos de sondagem disponíveis, embora seus equivalentes alterados estejam presentes. Rochas similares foram descritas anteriormente em Salitre como lamprófiros (e.g. Mariano & Marchetto, 1991). Adicionalmente, a forte semelhança textural e composicional entre as rochas da série bebedourítica do complexo de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009 – capítulo 2) e as do complexo de Tapira, onde flogopita picritos estão bem preservados (Brod, 1999), sugere que os flogopita picritos são uma alternativa viável de magma parental para as rochas do complexo de Salitre.

4.7.2 PROCESSOS DE DIFERENCIAÇÃO MAGMÁTICA

A evolução do complexo de Salitre é marcada por processos de diferenciação, como imiscibilidade de líquidos e cristalização fracionada. Ambos processos são observados em outros complexos alcalinos, tanto na APIP (Tapira, Catalão – Brod, 1999, Ribeiro *et al.*, 2005, Cordeiro *et al.*, 2009a), quanto em outras províncias alcalinas (e.g. Kola – Krasnova *et al.*, 2004b, Lee *et al.*, 2004, Bell & Rukhlov, 2004), frequentemente operando em interações complexas e multifásicas. Estudos de petrologia experimental mostram evidências de que magmas carbonatíticos em intrusões alcalinas podem ser gerados por cristalização fracionada a partir de um líquido silicático (Lee & Wyllie, 1998b) e/ou por imiscibilidade de líquidos silicático e carbonatítico (Kjarsgaard & Hamilton, 1989; Lee & Wyllie, 1997a, 1997b, 1998b; Veksler *et al.*, 1998). De maneira similar, a

gênese de foscoritos pode estar associada à imiscibilidade de líquidos fosfático-silicático (Prowatke & Klemme, 2006), e fosfático-carbonatítico (Lee *et al.*, 2004; Panina, 2005, Panina & Motorina, 2008), mas a composição dessas rochas também pode ser facilmente obtida por acumulação de olivina, magnetita e apatita a partir de magma carbonatítico (e.g. Salitre - Morbidelli *et al.*, 1997, Phalaborwa - Eriksson, 1989, Kandaguba, Kola – Bell & Rukhlov, 2004) ou bebedourítico.

Em Salitre estas três importantes séries petrogenéticas (bebedourítica, foscorítica e carbonatítica) estão presentes, formadas em vários estágios de evolução, por complexas interações entre distintos processos petrogenéticos. Nas seções seguintes nós exploramos as possibilidades de origem e evolução dos diferentes grupos de rochas descritos neste trabalho.

Imiscibilidade de líquidos

Imiscibilidade de líquidos é um fenômeno decisivo para a evolução dos complexos carbonatíticos da APIP, e parece ter ocorrido em estágios bastante precoces da evolução dos complexos. Brod (1999) reconheceu pelo menos dois eventos de imiscibilidade em sistemas ultramáficos carbonatados a diferentes estágios de evolução no complexo de Tapira. Ribeiro *et al.* (2005) e Cordeiro *et al.* (2009a) reportam evidências deste processo já nas fases iniciais de evolução do complexo de Catalão I. Os dados de química mineral e geoquímica de rocha total do complexo de Salitre sugerem que eventos de imiscibilidade de líquidos foram recorrentes, em diferentes estágios da evolução do complexo.

Três tipos de imiscibilidade de líquidos podem ocorrer em complexos carbonatíticos, envolvendo a separação entre magmas fosfático e silicático, silicático e carbonatítico, e ainda fosfático e carbonatítico.

A imiscibilidade de líquidos fosfático-silicático ainda é pouco estudada, e os dados disponíveis na literatura sobre este processo são escassos. Prowatke & Klemme (2006) estudaram a partição de elementos traço em misturas sintéticas de composição ácida, durante a separação de líquidos fosfático e silicático imiscíveis, concluindo que cátions monovalentes tendem a ficar no líquido silicático, enquanto cátions divalentes, trivalentes e hexavalentes mostram preferência pelo líquido fosfático, notadamente mais acentuada nos ETR leves e médios do que ETR pesados - fato também observado por Watson & Green (1981) nos valores de partição para apatita – líquido silicático. Elementos tetravalentes (Hf, Zr, U e Th) e pentavalentes (Nb e Ta) não mostram preferência clara por um líquido ou outro.

Para testar a existência de imiscibilidade entre líquidos silicático e fosfático no complexo de Salitre, foram elaborados gráficos (figura 4.14) de fracionamento químico envolvendo a composição média dos possíveis pares imiscíveis, com o intuito de observar o comportamento dos elementos em relação aos valores de partição disponíveis. Os dados químicos para a elaboração deste exercício são apresentados em Barbosa *et al.* (2009a e 2009b, respectivamente capítulos 2 e 3 desta tese).

O gráfico da figura 4.14a ilustra os resultados da relação $D_{\text{líquido fosfático}}/D_{\text{líquido silicático}}$ obtidos por Prowatke & Klemme (2006) para elementos-traço, em conjunto com as respectivas razões de concentração de cada elemento entre os foscoritos P1 e diques de perovskita bebedouritos B1b (relação P1/B1b). Para o cálculo das médias composicionais dos bebedouritos foram utilizadas apenas amostras de granulação fina extraídas de diques e assumidas como representantes do magma bedourítico. Amostras tanto de bebedouritos quanto de foscoritos com óbvio caráter cumulado foram eliminadas do cálculo. Observa-se que a relação dos coeficientes de partição de líquidos fosfático – silicático descrita por Prowatke & Klemme (2006) é mantida no par P1-B1b de Salitre, apesar das inclinações dos padrões deste último serem mais suaves do que as dos dados experimentais. Esta variação está possivelmente relacionada à diferença no grau de polimerização dos sistemas, pois o estudo de Prowatke & Klemme (2006) foi realizado em um sistema ácido, enquanto o par P1-B1b tem composição ultrabásica e ultrapotássica. A semelhança entre os padrões sugere que foscoritos P1 e perovskita bebedouritos B1b constituem um par de líquidos imiscíveis.

Para confirmar a relação observada em elementos-traço, a mesma razão (P1/B1b) foi aplicada aos elementos maiores. Na figura 4.14a, elementos monovalentes, divalentes e trivalentes tendem a seguir o padrão observado nos elementos-traço. O Na_2O segue o comportamento esperado, concentrando-se no bebedourito, enquanto o K_2O tende ligeiramente ao foscorito. Elementos divalentes estão na porção fosfática, com exceção do Fe (expresso como $\text{Fe}_2\text{O}_{3(t)}$ para manter a consistência com os dados originais), que está concentrado na porção silicática (B1b), provavelmente refletindo variações locais na concentração de magnetita.

As principais evidências mineralógicas que relacionam os foscoritos P1 aos bebedouritos B1b são (a) a presença de raros grãos de perovskita alterados e com feições de desequilíbrio em P1, enquanto nos foscoritos mais evoluídos este mineral é ausente; e (b) a presença de flogopita apenas da variedade aluminosa em P1, enquanto dos demais foscoritos a flogopita sistematicamente grada para tetra-ferriflogopita. Quando a imiscibilidade de líquidos ocorre em estágios muito iniciais da evolução de um sistema magmático, a tendência é de se obter líquidos de composições menos

contrastantes (figura 4 de Lee & Wyllie, 1998b). Uma consequência importante da menor eficiência da imiscibilidade de líquidos em estágios precoces é que os líquidos resultantes ainda podem conter proporções significativas do outro componente, o que pode levar a uma recorrência deste processo petrogenético.

Evidências texturais e de química mineral sugerem que um segundo evento de imiscibilidade de líquidos ocorreu no complexo de Salitre, envolvendo a separação entre líquidos silicático e carbonatítico e gerando, como par imiscível, os bebedouritos B2 e os carbonatitos C1. O aumento abrupto na atividade de Si no líquido silicático, observado em xenocristais de perovskita envoltos por titanita, e estes por melanita, em B2 (Barbosa *et al.*, 2009a - capítulo 2), é uma forte evidência textural da imiscibilidade.

A imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico é bem estabelecida em estudos experimentais. Hamilton *et al.* (1989) estudaram o comportamento de elementos-traço em líquidos silicático e carbonatítico imiscíveis, a partir de amostras naturais e misturas sintéticas. De maneira geral, elementos monovalentes e divalentes tendem a particionar para o magma carbonatítico, enquanto elementos tetravalentes preferem o magma silicático. Os elementos terras raras tem comportamento intermediário, e sua partição para um ou outro magma é fortemente influenciada pela composição, temperatura e pressão. Os resultados de Hamilton *et al.* (1989) mostram que a eficiência da imiscibilidade, em termos de separar elementos químicos, aumenta com o grau de polimerização do líquido silicático e com a diminuição da temperatura, ou seja, a separação entre um líquido silicático félsico e um líquido carbonatítico será mais eficiente do que em um sistema mais primitivo, máfico ou ultramáfico. A partição dos ETR para o líquido silicático é favorecida pelo aumento da temperatura, e pela diminuição da pressão, porém o fracionamento de ETR leves em relação aos ETR pesados ocorre em qualquer caso, independentemente dessas variáveis. Para Veksler *et al.* (1998), à exceção do La, os ETR tendem a ficar no líquido silicático, e um fracionamento de ETR leves em relação aos ETR pesados é esperado.

Os dados da figura 4.14b mostram uma forte semelhança entre os coeficientes de partição experimentalmente obtidos para os elementos traço e a razão destes elementos no par B2/C1. Observa-se que elementos monovalentes, trivalentes e tetravalentes mostram preferência pela fração silicática, enquanto divalentes (à exceção do Ba) preferem a fração carbonatítica. ETR pesados têm maior preferência pelo líquido silicático do que ETR leves, que se aproximam bastante do $K_d=1$,

assim como os pentavalentes Nb e Ta, embora nas amostras estudadas estes estejam ligeiramente concentrados no líquido carbonatítico.

Nos elementos maiores a correspondência não é tão exata, mas o padrão B2/C1 ainda guarda uma notável semelhança com o padrão dos dados experimentais. Importante notar que, ainda que a atividade de Si no magma B2 tenha aumentado com a imiscibilidade levando, por exemplo, à conversão de perovskita em titanita e desta em melanita, o líquido silicático permanece insaturado em SiO₂ (média de 32%). O caráter ainda altamente despolimerizado deste magma favorece, por exemplo, a partição de Ba para o membro silicático ao invés do carbonatítico (e.g. Hamilton *et al.*, 1989), resultando nas concentrações relativamente baixas deste elemento observadas em C1 (tabela 4.5).

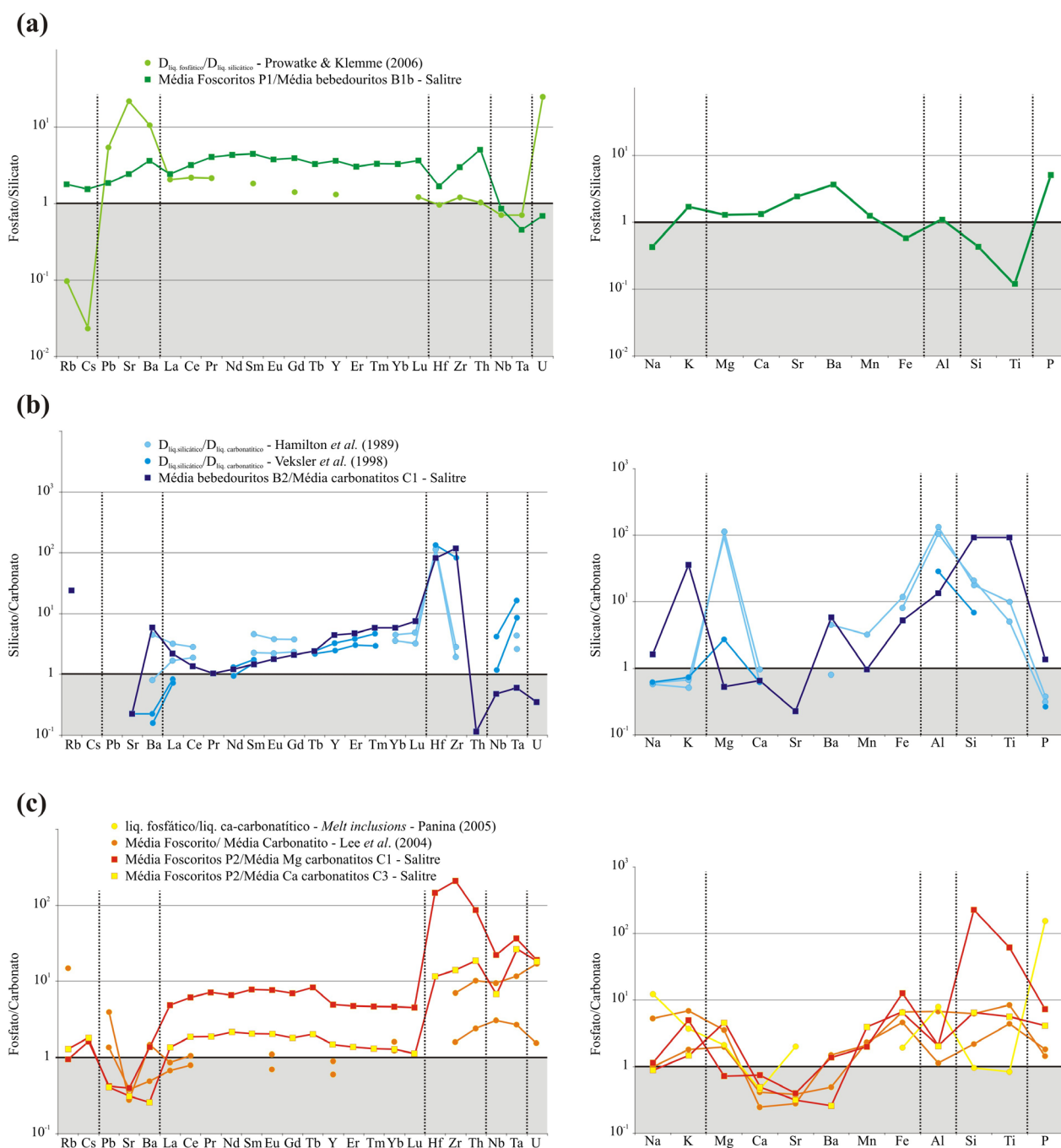


Figura 4.14 - Gráficos de fracionamento químico envolvendo a média dos pares imiscíveis de Salitre, com o intuito de observar o comportamento dos elementos em relação aos valores de partição disponíveis para cada tipo de imiscibilidade: a) fosfático-silicático (par P1-B1b); b) carbonatítico-silicático (par B2-C1); c) fosfático-carbonatítico (par P2-C2). Dados de bebedouritos (B1b e B2) e foscoritos (P1 e P2) de Salitre de Barbosa *et al.*, (2009a – capítulo 2), e Barbosa *et al.*, (2009b – capítulo 3), respectivamente.

Em eventos de imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico, o mais comum é que a separação gere um líquido calciocarbonatítico (e.g. Kjarsgaard & Hamilton, 1989, Lee & Wyllie, 1997b). Porém, alguns autores sustentam que em estágios menos diferenciados, magnesiocarbonatitos primários podem ser gerados por imiscibilidade a profundidades maiores do que as propostas para a geração de calciocarbonatitos, ou seja, magnesiocarbonatitos podem constituir os estágios iniciais na evolução dos carbonatitos (Le Bas, 1989; Lee *et al.*, 2000). Isto é consistente com o fato de que os carbonatitos mais precoces de Salitre são os magnesiocarbonatitos C1, gerados por imiscibilidade de líquidos em um estágio inicial da evolução magmática.

As relações de imiscibilidade entre carbonatitos e foscoritos são ainda muito controversas. Em termos espaciais, a associação carbonatito-foscorito é indiscutível, em todas as escalas. Como visto acima, estudos experimentais envolvendo imiscibilidade de líquidos fosfático-silicático e silicático-carbonatítico comprovam a existência de magmas dessas composições, porém, estudos sobre a imiscibilidade entre líquidos fosfático e carbonático são escassos, e a ausência de dados experimentais dificulta o entendimento do problema. Em Salitre, texturas como bolsões irregulares de apatita em magnesiocarbonatitos, e bolsões de calciocarbonatito em foscoritos, separados por uma “barreira” de magnetita (Barbosa *et al.*, 2009b – capítulo 3) sugerem imiscibilidade de líquidos fosfático-carbonatítico.

Lee *et al.* (2004), com base em pares de carbonatito-foscorito descritos no complexo de Sokli (Província de Kola), propõem uma separação entre líquidos ricos em carbonato (carbonatitos) e em Fe-Ti (foscoritos). Panina (2005) e Panina & Motorina (2008) investigaram inclusões de magma (*melt inclusions*) em grãos de perovskita, monticellita e melilita, e observaram a presença de inclusões de carbonato-sal singenéticas, de diferentes composições químicas. Aquelas autoras concluem que o líquido carbonático pode ser decomposto em frações de composições químicas mais simples. Seus argumentos são de que líquidos carbonáticos ricos em sais são líquidos iônicos, e o equilíbrio de reações de troca nesses sistemas é deslocado em direção à combinação de anions fortemente ácidos (Cl, SO₃, PO₄ e CO₃) com os cátions mais fortemente alcalinos (álcalis e Ca, principalmente). A presença de anions mais fortemente ácidos do que o CO₃ permite que os álcalis estabeleçam uma relação preferencial com eles, produzindo líquidos não-homogêneos e assim, ampliando o campo de imiscibilidade quando um anion menos ácido é substituído por um de acidez mais forte. Como carbonatos de cálcio tem o mais baixo nível de energia, eles podem evitar a decomposição do líquido carbonático.

A figura 4.14c mostra as relações entre pares foscorito-carbonatito descritos por Lee *et al.* (2004), e valores de elementos maiores de *melt inclusions* de composições carbonatítica e fosfática analisadas por Panina (2005), juntamente com dados de Salitre para relações entre foscoritos P2, tanto com magnesiocarbonatitos, quanto calciocarbonatitos. Observa-se que elementos de carga maior (Zr, Hf, Th, Nb, Ta, U) estão mais concentrados em foscoritos, enquanto elementos divalentes preferem os carbonatitos. Elementos trivalentes, como os ETR, não mostram preferência definida. Como nos casos anteriores, há uma maior dispersão no comportamento dos elementos maiores, porém a tendência predominante é a concentração de Ca e Sr em carbonatitos, e Mn, Fe, Al, Si, Ti e P em foscoritos. À exceção da relação foscorito-magnesiocarbonatito, o Mg está mais enriquecido em foscoritos, e não em carbonatitos. Apesar dessas observações, as razões para a existência da associação foscorito-carbonatito ainda não são claras, e um estudo mais aprofundado em petrologia experimental é necessário para elucidá-las.

Cordeiro *et al.*, (2009a) mostra que, para pares imiscíveis bebedourito-carbonatito no complexo de Catalão I, o evento de imiscibilidade gera um fracionamento do tipo tetrad (Irber, 1999; Veksler *et al.*, 2005, Jahn *et al.*, 2001; Kempe & Götze, 2002; Bühn *et al.*, 2003) entre os padrões de ETR dos pares imiscíveis. Neste caso, os líquidos conjugados apresentam um padrão espelhado quando normalizados aos valores do magma parental, ou seja, um dos líquidos contém um padrão tetrad do tipo W, e seu par imiscível forma um padrão tetrad do tipo M.

A figura 4.15 mostra diagramas de terras raras com as médias dos pares imiscíveis de Salitre, normalizados à composição média dos flogopita picritos do complexo de Tapira (valores de Brod, 1999). No par foscoritos P1 e perovskita bebedouritos B1b (figura 4.15a), nota-se que os padrões tem um caráter espelhado mais acentuado nos ETR leves, que desaparece nos ETR pesados.

O diagrama de terras raras das médias de B2 e C1 da figura 4.15b mostra que bebedouritos B2 e carbonatitos C1 também apresentam padrões espelhados, onde novamente é mais acentuado ETR leves do que nos ETR pesados.

Entretanto, os diagramas de ETR das médias de P2 e C2 (figura 4.15c) são similares, e não apresentam fracionamento substancial, sugerindo que, se ocorreu um evento de imiscibilidade de líquidos, os ETR foram insensíveis à separação entre líquidos fosfático-carbonatítico nestas condições.

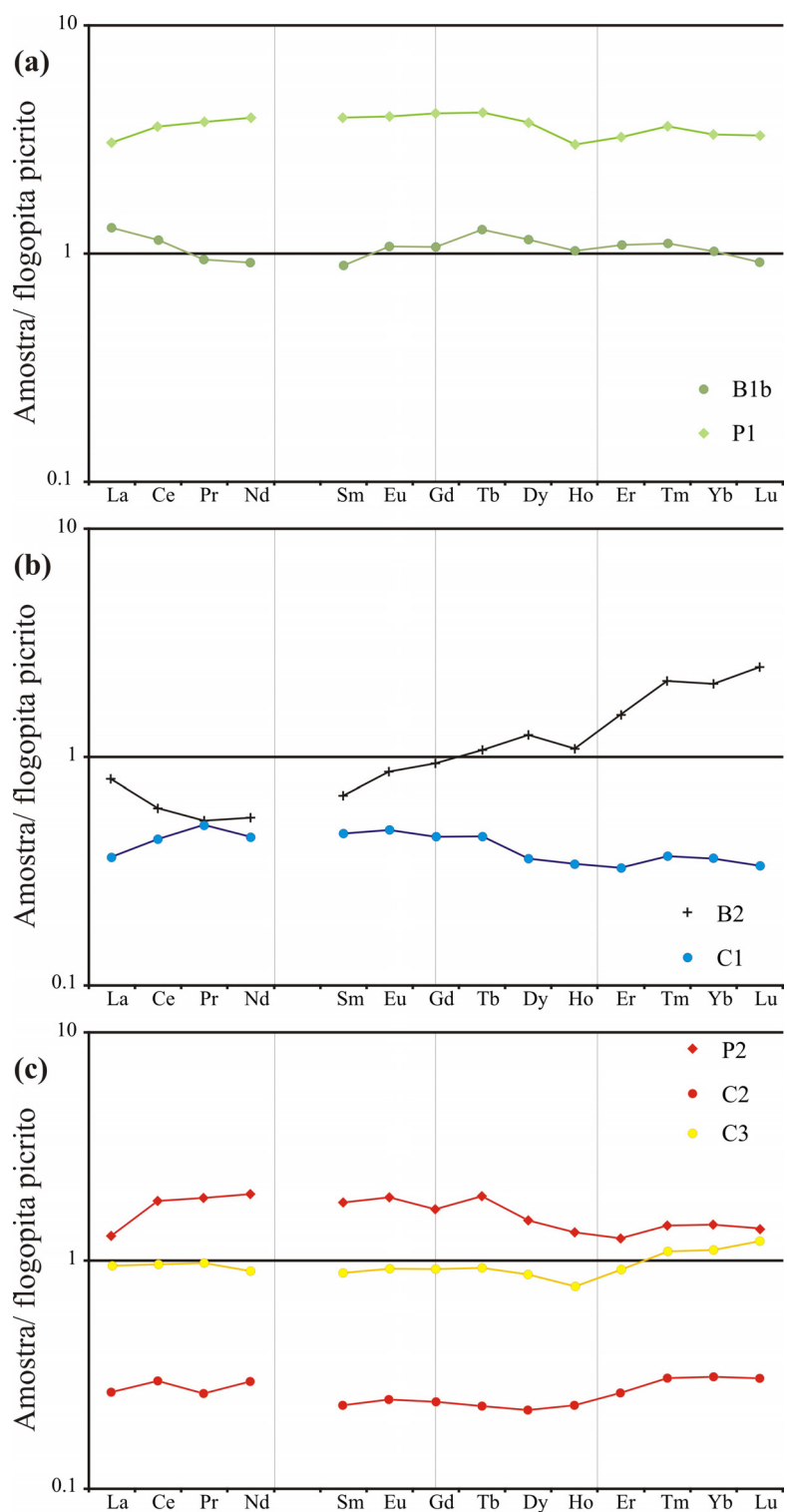


Figura 4.15 – Diagramas de elementos terras raras normalizados à média do flogopita picrito do complexo de Tapira (APIP, Brod et al., 2000), para pares imiscíveis do complexo de Salitre – bebedouritos B1b e B2 em Barbosa et al., 2009a (capítulo 2) e foscóritos P1 e P2 em Barbosa et al., 2009b (capítulo 3).

Cristalização Fracionada e Assimilação Crustal

A composição mineralógica do flogopita picrito de Tapira (Brod, 1999, Brod *et al.*, 2000) sugere que as principais fases fracionadas como cristais desse magma primitivo são olivina, cromita, clinopiroxênio, perovskita, apatita e flogopita, cujas variações modais são capazes de explicar os cumulados bebedouríticos observados nos complexos da APIP. A variação modal e química observada em bebedouritos de Salitre (Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2) sugere que estes evoluem na sequência olivina bebedouritos (B1a) – perovskita bebedouritos (B1b) – melanita bebedouritos (B2), que representa uma progressão de cumulados gerados por cristalização fracionada, onde variações composicionais abruptas refletem eventos de imiscibilidade de líquidos.

A sequência de cumulados pode ser dividida em duas partes principais, com base em evidências texturais e composicionais. Inicialmente, cumulados de olivina bebedouritos (B1a) foram gerados por cristalização fracionada a partir de diques de flogopita picritos. Olivina bebedouritos, perovskititos e dunitos são os litotipos característicos desta fase. Após o evento de imiscibilidade de líquidos fosfático-silicático (B1b-P1), os bebedouritos são tipicamente desprovidos de olivina (perovskita bebedouritos B1b). Os bebedouritos ricos em perovskita (B1a e B1b) estão geograficamente concentrados na porção centro-norte do complexo e, juntos, representam a primeira intrusão que ocorreu em Salitre.

Uma segunda intrusão, composta por melanita bebedouritos (B2) gerados por imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico (B2-C1) ocupa a porção sul do complexo. Variações nessa sequência incluem a presença de diques finos de titanita e titanita-melanita bebedouritos, que são levemente afetados por assimilação crustal (Barbosa *et al.*, 2009a – capítulo 2). Ainda, a evolução dos melanita bebedouritos por cristalização fracionada gera como resíduo final os diques de sienitos (S1).

Na série carbonatítica, é possível observar a geração de cumulados nelsoníticos (C3a), formando camadas difusas, ricas em magnetita, pirocloro e apatita, e que apresentam contato gradacional com os carbonatitos associados. Com a evolução deste processo, tem-se como termos finais carbonatitos residuais puros. Tendo em vista a necessidade ainda existente de comprovação experimental para a imiscibilidade de líquidos fosfático-carbonatítico, não pode ser descartada a gênese dos foscoritos P2 por um processo similar, isto é, acumulação de olivina, magnetita, apatita e

pirocloro a partir de um magma carbonatítico. Entretanto, cumpre ressaltar que as gradações para carbonatito não foram observadas em P2.

4.7.3 MODELO PETROGENÉTICO DO COMPLEXO DE SALITRE

O esquema de evolução apresentado na figura 4.16 resume a complexa evolução petrogenética que relaciona cada unidade a um estágio de evolução no complexo de salitre, com base em evidências texturais e na composição de rochas e minerais. A figura 4.17 ilustra esta evolução por meio de um desenho esquemático, com as principais fases de evolução do complexo de Salitre.

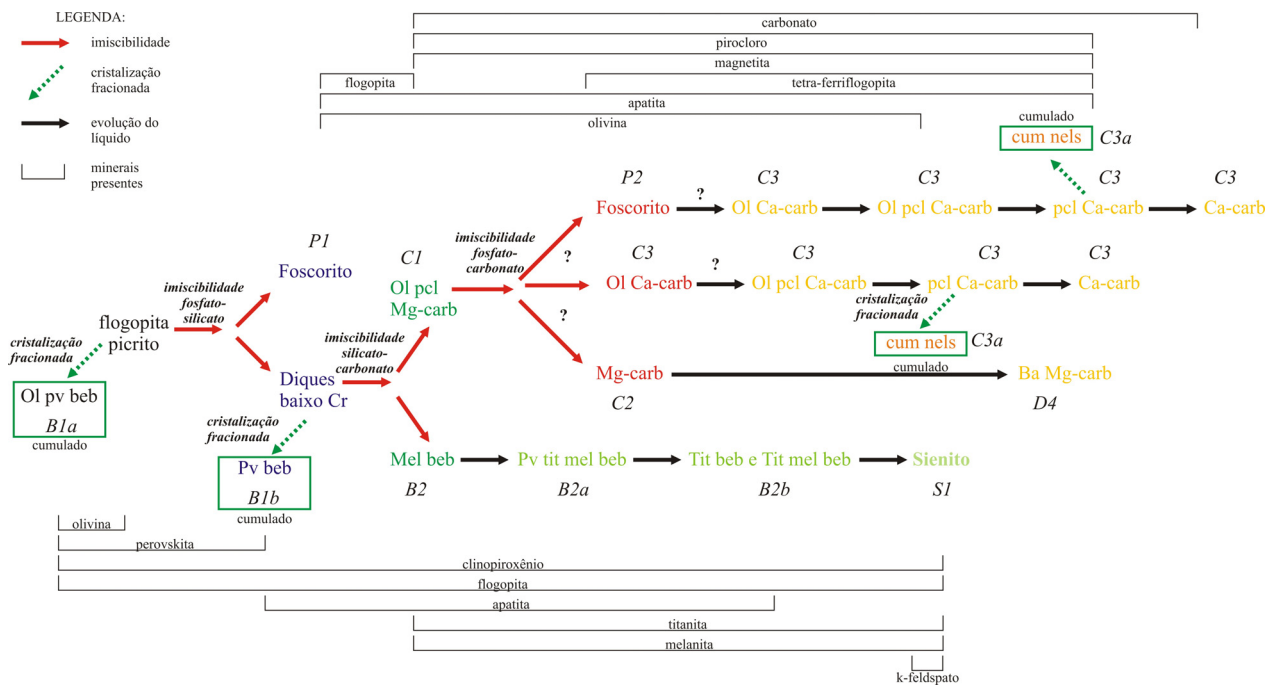


Figura 4.16 – Esquema de evolução petrogenética proposto para o Complexo de Salitre. Ver texto para explicações adicionais. Setas indicam os processos de diferenciação. Abreviações: beb- bebedourito; ol- olivina; pv- perovskita; mel- melanita; tit- titanita; pcl- pirocloro; mg-carb- magnesiocarbonatito; ca-carb- calciocarbonatito.

Nesse esquema de evolução, assume-se o magma parental do complexo de Salitre como o flogopita picrito que gera, por cristalização fracionada, cumulados de olivina perovskita bebedouritos B1a (Fig. 4.17, estágio 1). A acumulação de perovskita e olivina provocam um aumento de P_2O_5 e CO_2 no magma, o que resulta na separação entre um líquido foscorítico e outro silicático imiscíveis, gerando, respectivamente, os foscoritos P1 e os perovskita bebedouritos B1b

(Fig. 4.17, estágio 2). Tendo em vista que este evento de imiscibilidade ocorreu em um estágio muito primitivo, os voláteis não foram eliminados de maneira eficiente do magma silicático, levando a um segundo evento de imiscibilidade, dessa vez produzindo os melanita bebedouritos B2 e magnesiocarbonatitos C1 (Fig. 4.17, estágio 3). A evolução adicional do magma carbonatítico faz com que este se “subdivida” em frações de composição mais simples – rica em Mg (magnesiocarbonatitos C2); rica em P e Fe (foscoritos P2), e finalmente, rica em Ca (calciocarbonatitos C3) (Fig. 4.17, estágio 4). Os magnesiocarbonatitos tardios, ricos em Ba (D4), foram provavelmente produzidos como resíduo da diferenciação dos magnesiocarbonatitos C2, enquanto os calciocarbonatitos C3 são o produto final da evolução de foscoritos P2 e/ou evoluem paralelamente a estes. Eventualmente, calciocarbonatitos C3 podem gerar cumulos nelsoníticos C3a, por acumulação de magnetita, pirocloro e apatita. Melanita bebedouritos B2 evoluem diretamente por cristalização fracionada até termos finais de composição sienítica, S1 (Fig. 4.17, estágio 5).

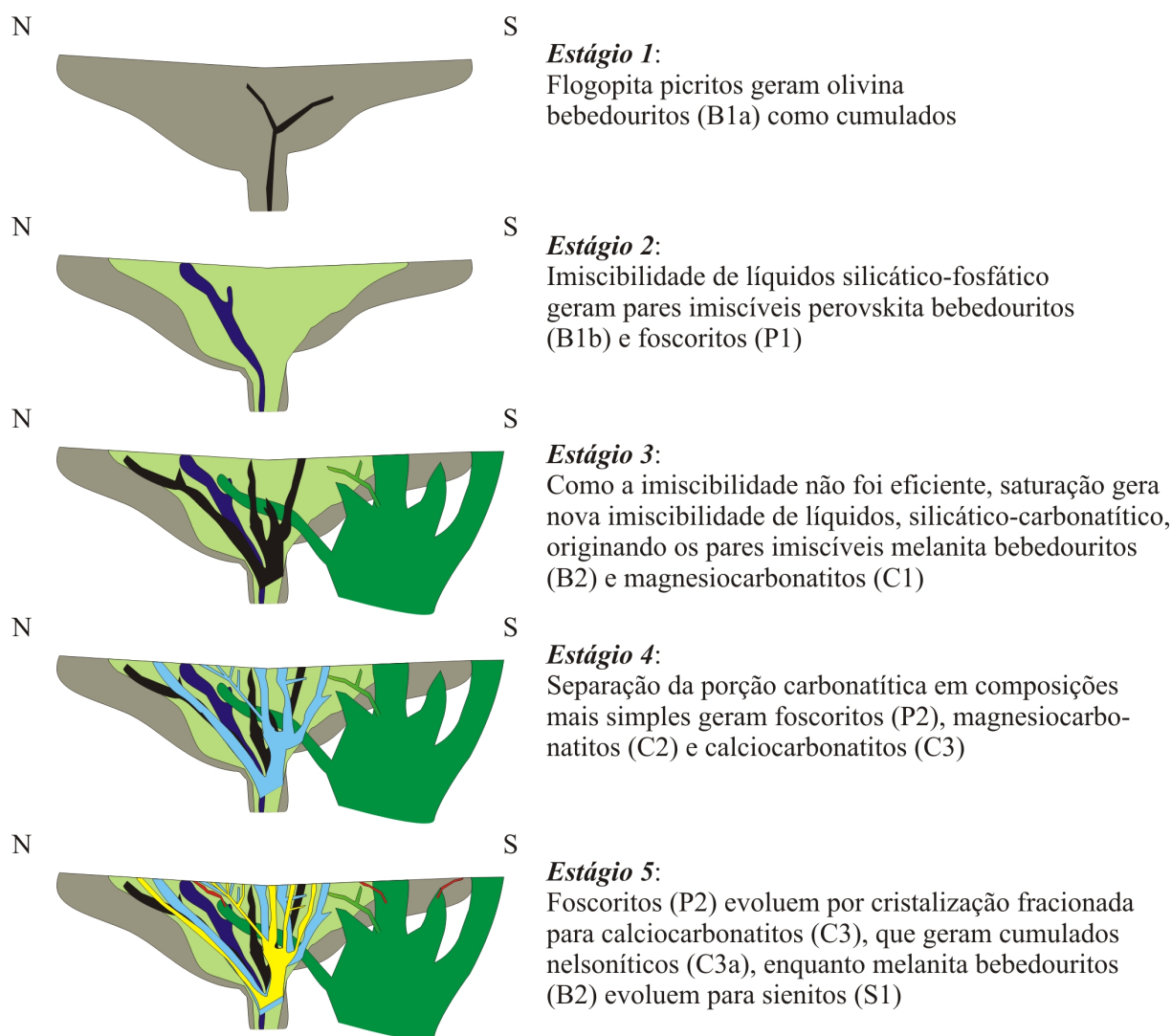


Figura 4.17 – Desenho esquemático para a evolução do complexo de Salitre. Ver texto para detalhes.

4.8 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de pesquisa concedidas. A Fosfertil S. A. pela cessão das amostras e pelo suporte durante o trabalho de campo, e à Universidade de Brasília pelo suporte laboratorial.

4.9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barker, D. S., 1989. Field relations of carbonatites. In K. Bell (Ed.) Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 38-69.

Bell, K., Rukhlov, A.S., 2004. Carbonatites from the Kola Alkaline Province: origin, evolution, and source characteristics. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 433-468.

Berbert C.O., 1984. Carbonatites and associated Mineral Deposits in Brazil. Geological Survey of Japan Rep. 263: 269-290.

Bizzi L.A., De Wit M.J., Smith C.B., Meyer H.O.A., Armstrong R., 1993. Características isotópicas e origem dos kimberlitos e vulcânicas alcalinas relacionadas em Minas Gerais. 1 Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante (Anais). Cuiabá, UFMT Publ. Esp. 2/93. p.141-151.

Bizzi L.A., Smith C.B., Meyer H.O.A., Armstrong R., De Wit M.J., 1994. Mesozoic kimberlites and related rocks in southwestern São Francisco craton, Brazil: a case for local mantle reservoirs and their interaction. In H.O.A. Meyer, O.H. Leonardos, (Editores), Proceedings of 5th International Kimberlite Conference, Araxá, CPRM Publ. Esp. 2/91. p.156-171.

Bizzi L.A., De Wit M.J., Smith C.B., McDonald I., Armstrong R.A., 1995. Heterogeneous enriched mantle materials and Dupal-type magmatism along the SW margin of the São Francisco Craton, Brazil. *Journal of Geodynamics* 20: 469-491.

Boynton, W.V., 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (Editor), *Rare Earth Element Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, pp. 63–114.

Barbosa, E.S.R., Brod, J.A., Junqueira-Brod, T.C., Dantas, E.L. 2009a. Bebedourite from its type area (Salitre I Complex): a key petrogenetic series in the Late-Cretaceous Alto Paranaíba kamafugite-carbonatite-phoscorite association, Central Brazil. *Submetido a Earth Science Reviews*.

Brod J.A., 1999. Petrology and geochemistry of the Tapira alkaline complex, Minas Gerais State, Brazil. University of Durham, UK (PhD thesis).

Brod J.A., Gibson S.A., Thompson R.N., Junqueira-Brod T.C., Seer H.J., Moraes L.C., Boaventura G.R., 2000. Kamafugite affinity of the Tapira alkaline-carbonatite complex (Minas Gerais, Brazil). *Revista Brasileira de Geociências* 30:404-408.

Brod J.A., Gaspar J.C., Araújo D.P. Gibson S.A., Thompson R.N., Junqueira-Brod, T.C., 2001. Phlogopite and tetra-ferriphlogopite from Brazilian carbonatite complexes: petrogenetic constraints and implications for mineral-chemistry systematics. *Journal of Asian Earth Sciences* 19:265-296.

Brod J.A., Gaspar, J.C., Diniz-Pinto H. S., Junqueira-Brod T.C., 2005. Spinel chemistry and petrogenetic processes in the Tapira alkaline-carbonatite complex, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 35 (1): 23-32.

Bühn, B. M., Schneider, J., Dulski, P., Rankin, A. H., 2003. Fluid-rock interaction during progressive migration of carbonatitic fluids, derived from small-scale trace element and Sr, Pb isotope distribution in hydrothermal fluorite. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 67: 4577-4595.

Caprilli, E., Della Ventura, G., Williams, T.C., Parodi, G.C., Tuccimei, P., 2006. The crystal chemistry of non-metamict pyrochlore-group minerals from Latium, Italy: *Canadian Mineralogist* 44: 1367-1378.

Carlson R.W., Esperança S., Svisero, D.P., 1996. Chemical and Os isotopic study of Cretaceous potassic rocks from Southern Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 125: 393-405.

Carvalho, J.B., Leonardos O.H., 1995. Preliminary geothermobarometric studies on mantle xenoliths of kimberlites and associated rocks from the Alto Paranaíba, SE Brazil. *Extended Abstracts – 6th International Kimberlite Conference, Novosibirsk, Russia*: 101-103.

Chakmouradian A. R., Zaitsev A. N., 2004. Afrikanda: An association of ultramafic, alkaline and alkali-silica-rich carbonatitic rocks from mantle-derived melts. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) *Mineralogical Society Series*, pp 247-292.

Comin-Chiaramonti P., Gomes, C.B., 1996. Alkaline magmatism in Central-Eastern Paraguay. Relationships with coeval magmatism in Brazil. São Paulo, Edusp/Fapesp. 458p.

Comin-Chiaramonti P., Cundari A., Piccirillo E.M., Gomes C.B., Castorina F., Censi P., DeMin A., Marzoli A., Speziale S., Velazquez V.F., 1997. Potassic and sodic igneous rocks from eastern Paraguay: Their origin from the lithospheric mantle and genetic relationships with the associated Paraná flood tholeiites. *Journal of Petrology* 38: 495-528.

Comin-Chiaramonti, P., Gomes, C.B., Marques, L.S., Censi, P., Ruberti, E., Antonini, P., 2005a. Carbonatites from southeastern Brazil: geochemistry, O-C, Sr-Nd-Pb isotopes and relationships with the magmatism from the Paraná-Angola-Namibia Province. In: P. Comin-Chiaramonti, C.B. Gomes (Editors), *Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform*. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil, pp. 657-688.

Comin-Chiaramonti P, Gomes CB, Censi P, Speziale S., 2005b. Carbonatites from southeastern Brazil: a model for the carbon and oxygen isotope variations.. In: Comin-Chiaramonti P and Gomes CB (editores) *Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform*, 1st ed. Edusp/Fapesp, São Paulo, pp 629-650.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Dantas, E.L., Barbosa, E.S.R., 2009a. Mineral chemistry and petrology of the primary Niobium ore from the Catalão I carbonatite-phoscorite complex, Central Brazil. Submetido a Journal of Petrology.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Gaspar, J.C., Barbosa, E.S.R., Santos, R.V., Assis, L.C., Palmieri, M., 2009b. Pyrochlore chemistry from the primary Niobium deposit of the Catalão I carbonatite-phoscorite complex, Brazil. Submetido a Economic Geology.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Santos, R.V., 2009c. Stable O and C isotopes, and carbonate chemistry in phoscorites and Nb-rich nelsonites from the Catalão I carbonatite complex, central Brazil: implications for phosphate-iron-oxide magmas. Submetido a Contributions to Mineralogy and Petrology.

Crough S.T., Morgan W.J., Hargraves R.B., 1980. Kimberlites: their relation to mantle hotspots. Earth and Planetary Science Letters 50: 260-274.

Dalton, J.A., Presnall, D.C., 1998. Carbonatitic melts along the solidus of a model lherzite in the system CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-CO₂ from 3 to 7 GPa. Contributions to Mineralogy and Petrology 131: 123-135.

Danni J.C.M., Baecker M.L., Ribeiro, C.C., 1991. The geology of the Catalão I carbonatite complex. In O.H. Leonardos, H.O.A. Meyer, J.C. Gaspar (Editores), 5th International Kimberlite Conference. (Field Guide Book). Araxá, CPRM, Special publication 3/91. 25-30.

Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 1992. An introduction to rock-forming minerals. Longman, Essex, 696 pp.

Deines P., 1989 Stable isotope variations in carbonatites. In: Bell K (editor). Carbonatites: Genesis and Evolution, Unwin Hyman, London, pp 301-359.

Demény A., Sitnikova M.A., Karchevsky P.I., 2004. Stable C and O isotope compositions of carbonatite complexes of the Kola Alkaline Province: phoscorite-carbonatite relationships and source compositions. In: Wall F and Zaitsev AN (editors) Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province, 1st ed. Mineralogical Society Series, London, pp 407-431.

Diniz-Pinto, H.S., Araújo, I.M.C.P., Brod, J.A., Gaspar, J.C., Barbosa, E.S.R., 2004. Cristaloquímica de pirocloro de carbonatitos de Salitre, MG. 42 Congresso Brasileiro de Geologia. Araxá, Brasil. Anais.

Eggler, D.H., 1989. Carbonatites, primary melts, and mantle dynamics. In: K. Bell (Ed.) Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 561-579.

Eriksson, S.C., 1989. Phalaborwa: A saga of magmatism, metassomatism and miscibility. In: K. Bell (Editor) Carbonatites: genesis and evolution. Unwin Hyman, London, pp. 221-254.

Fava, N., 2001. O manto de intemperismo e a química do pirocloro de Catalão I (GO): Um estudo preliminar. MSc Thesis, Brasília, Universidade de Brasília, Brasil. 124p.

Gaspar, J. C., Araújo, A. L. N., Melo, M. V. L. C., 1998. Olivine in carbonatitic and silicate rocks in carbonatite complexes. 7th International Kimberlite Conference (Extended Abstracts). Cape Town 239-241

Gibson S.A., Thompson R.N., Leonardos O.H., Dickin A.P., Mitchell J.G., 1995a. The Late Cretaceous impact of the Trindade mantle plume - evidence from large-volume, mafic, potassic magmatism in SE Brazil. *Journal of Petrology* 36: 189-229.

Gibson S.A., Thompson R.N., Dickin A.P., Leonardos O.H., 1995b. High-Ti and low-Ti mafic potassic magmas: Key to plume-lithosphere interactions and continental flood-basalt genesis. *Earth and Planetary Science Letters* 136: 149-165.

Gibson S.A., Thompson R.N., Weska R.K., Dickin A.P., Leonardos O.H., 1997a. Late Cretaceous rift-related upwelling and melting of the Trindade starting mantle plume head beneath western Brazil. *Contributions of Mineralogy and Petrology* 126: 303-314.

Gibson S.A., Thompson R.N., Dickin A.P., Mitchell J.G., 1997b. Temporal variation in magma sources related to the impact of the Tristan mantle plume. In C.J. Hatton (Ed.) PPM'97 International Symposium on plumes, plates & mineralisation (Abstracts). Pretoria, 37-38.

Gomes C.B., Ruberti E., Morbidelli, L., 1990. Carbonatite complexes from Brazil: a review. *Journal of South American Earth Sciences* 3: 51-63.

Gonzaga, G.M., Tompkins, L.A., 1991. Geologia do diamante. In: Principais depósitos minerais do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM 4a, pp. 42-58.

Grasso, C.B., Ribeiro, C.C., Brod, J. A., Gaspar, J.C., 2006. Mapeamento Geológico de detalhe (1:2000) das frentes de lavra da mina da Fosfertil Fertilizantes Fosfatados S.A. 43 Congresso Brasileiro de Geologia. Aracaju, Brazil, pp. 1-6 (CD-ROM).

Haggerty, S.E., Mariano, A.N., 1983. Strontian-loparite and strontio-chevkinite: two new minerals in reomorphic fenites from the Paraná Basin carbonatites, South America. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 84: 365-381.

Hamilton, D.L., Bedson, P. and Esson, J., 1989. The behaviour of trace elements in the evolution of carbonatites. In K. Bell, Ed., *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 405-427.

Herz, N., 1977. Timing of spreading in the South Atlantic: information from Brazilian alkalic rocks. *Geological Society of America Bulletin* 88: 101-112.

Hogarth, D. D., 1977. Classification and nomenclature of the pyrochlore group. *American Mineralogist* 62: 403-410.

Hogarth, D. D., 1989. Pyrochlore, apatite and amphibole: distinctive minerals in carbonatite. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 105-148.

Irber W., 1999. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu*, Sr/Eu, Y/Ho, and Zr/Hf of evolving peraluminous granite suites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 63: 489–508.

Jahn, B., Wu, F., Capdevila, R., Martineau, F., Zhao, Z., Wang, Y., 2001. Highly evolved juvenile granites with tetrad REE patterns: the Woduhe and Baerzhe granites from the Great Xing'an Mountains in NE China. *Lithos* 59: 171-198.

Junqueira-Brod T.C., 1998. Cretaceous alkaline igneous rocks from the Águas Emendadas region, Goiás, Central Brazil. University of Durham (M. Sc.Thesis), 161p.

Junqueira-Brod T.C., Brod J.A., Gibson S.A., Thompson R.N., 2000. Mineral chemistry of kamafugites and related rocks from Águas Emendadas region, Goiás state. *Revista Brasileira de Geociências* 30: 403-407.

Junqueira-Brod, T.C., Roig, H.L., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Meneses, P.R., 2002. A Província Alcalina de Goiás e a extensão de seu vulcanismo kamafugítico. *Revista Brasileira de Geociências* 32: 559-566.

Karchevsky, P.I., Moutte, J., 2004. The phoscorite-carbonatite complex of Vuorijarvi, northern Karelia. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 163-169.

Kempe, U., Götze, J., 2002. Cathodoluminescence (CL) behaviour and crystal chemistry of apatite from rare-metal deposits. *Mineralogical Magazine* 66: 135–156.

Kjarsgaard, B.A., Hamilton, D. L., 1989. The genesis of carbonatites by immiscibility. In K. Bell, Ed., Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 388-404.

Krasnova, N.I., Petrov, T.G., Balaganskaya, E.G., Garcia, D., Moutte, D., Zaitsev, A.N. and Wall, F. 2004a. Introduction to phoscorites: occurrence, composition, nomenclature and petrogenesis. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 45-79.

Krasnova, N.I., Balaganskaya, E.G., Garcia, D. 2004b. Kovdor: Classic phoscorites and carbonatites. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 99-132.

Lanyon, R., Le Roex, A.P., 1995. Petrology of the alkaline and ultramafic lamprophyres associated with the Okenyenya igneous complex, northwestern Namibia. South African Tydskr. Geology 98: 140-156.

Le Bas, M. J., 1989. Diversification of carbonatite. In K. Bell, Ed., Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 428-447.

Lee, M.J., Garcia, D., Moutte, J., Lee, J.I., 2003. Phlogopite and tetraferriphlogopite from phoscorite and carbonatite associations in the Sokli massif, Northern Finland. Geosciences Journal 7: 9-20.

Lee, M.J., Garcia, D., Moutte, J., Williams, C.T. and Wall, F., 2004, Carbonatites and phoscorites from the Sokli complex, Finland. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series. p. 133–162.

Lee, M. J., Lee, J. I., Moutte, J., 2005. Compositional variation of Fe-Ti oxides from the Sokli complex, northeastern Finland. Geosciences Journal 9: 1-13.

Lee, M.J., Lee, J.I., Garcia, D., Moutte, J., Williams, C.T., Wall, F., Kim, Y., 2006. Pyrochlore chemistry from the Sokli phoscorite-carbonatite complex, Finland: Implications for the genesis of phoscorite and carbonatite association: Geochemical Journal 40: 1-13.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1997a. Liquid immiscibility between nephelinite and carbonatite from 1.0 to 2.5 GPa compared with mantle compositions. Contributions to Mineralogy and Petrology 127: 1-16.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1997b. Liquid immiscibility in the join NaAlSiO_4 - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - CaCO_3 at 1GPa: implications for crustal carbonatites. Journal of Petrology 38 (9): 1113-1135.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1998a. Petrogenesis of carbonatite magmas from mantle to crust, constrained by the system CaO - (MgO + FeO*) - (Na₂O + K₂O) - (SiO₂ + Al₂O₃ + TiO₂) - CO₂. *Journal of Petrology* 39: 495-517.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1998b. Processes of crustal carbonatite formation by liquid immiscibility and differentiation elucidated by model systems. *Journal of Petrology* 39: 2005-2014.

Lee, W.-J., Fanelli, M.F., Cava, N., Wyllie, P.J., 2000. Calciocarbonatite and magnesiocarbonatite rocks and magmas represented in the system CaO-MgO-CO₂-H₂O at 0.2 GPa. *Mineralogy and Petrology* 68: 225-256.

Leonardos, O.H., Carvalho, J.B., Tallarico, F.H.B., Gibson, S.A., Thompson, R.N., Meyer, H.O.A., Dickin A.P., 1993. O xenólito de granada lherzolito de Três Ranchos 4: uma rocha matriz do diamante na província magmática cretácea do Alto Paranaíba. 1 Simpósio de Geologia do Diamante, Anais. Cuiabá, UFMT Publ. Esp. 2/93. 3-16.

Le Roex, A.P., Lanyon, R., 1998. Isotope and trace element geochemistry of Cretaceous Damaraland lamprophyres and carbonatites, Northwestern Namibia: evidence for plume-lithosphere interactions. *Journal of Petrology* 39: 1177-1146.

Lloyd, F.E., Bailey, D.K., 1991. Complex mineral textures in bebedourite: possible links with alkali clinopyroxenite xenoliths and kamafugitic volcanism. In O. H. Leonardos, H. O. A. Meyer and J. C. Gaspar, Eds., 5th International Kimberlite Conference (Extended Abstracts). Araxá, Brazil, CPRM, Special Publication 3/91. 263-269.

Lumpkin, G.R., and Ewing, R.C., 1995. Geochemical alteration of pyrochlore group minerals: pyrochlore subgroup. *American Mineralogist* 80: 732-743.

Mariano A.N., Marchetto M., 1991. Serra Negra and Salitre carbonatite alkaline igneous complex. In O.H. Leonardos, H.O.A. Meyer, J.C. Gaspar (Eds.), 5th International Kimberlite Conference (Field Guide Book). Araxá, CPRM, Sp. Publ. 3/91. 75-79.

Milner, S.C., Le Roex, A.P., O'Connor, J.M., 1995. Age of Mesozoic igneous rocks in northwestern Namibia, and their relationship to continental breakup. *Journal of Geological Society of London* 152: 97-104.

Milner, S.C., Le Roex, A.P., 1996. Isotope characteristics of the Okenyenya igneous complex, northwestern Namibia: constraints on the composition of the early Tristan plume and the origin of the EM1 mantle component. *Earth and Planetary Science Letters* 141: 277-291.

Morbidelli L., Gomes C.B., Beccaluva L., Brotzu P., Conte A.M., Ruberti E., Traversa G., 1995a. Mineralogical, petrological and geochemical aspects of alkaline and alkaline-carbonatite associations from Brazil. *Earth Science Reviews* 39: 135-168.

Morbidelli L., Beccaluva L., Brotzu P., Conte A.M., Garbarino C., Gomes C.B., Grossi-Sad J.H., Riffel B.F., Ruberti E., Traversa G., 1995b. Aspectos mineralógicos e petrográficos de rochas ultramáficas e carbonatitos do complexo alcalino de Salitre, GO. 5 Congresso Brasileiro de Geoquímica. Niterói, SBGq.

Morbidelli L., Gomes C.B., Beccaluva L., Brotzu P., Garbarino C., Riffel B.F., Ruberti E., Traversa G., 1997. Parental magma characterization of Salitre cumulate rocks (Alto Paranaíba Alkaline Province, Brazil) as inferred from mineralogical, petrographic, and geochemical data. *International Geology Review* 39: 723-743.

Morikiyo T., Hirano H., Matsushita Y., 1990. Carbon and oxygen isotopic composition of the carbonatites from Jacupiranga and Catalão I carbonatite complexes, Brazil. *Bulletin of Geological Survey of Japan* 41:619-626.

Nasraoui, M., Bilal, E., 2000. Pyrochlores from the Lueshe carbonatite complex (Democratic Republic of Congo): a geochemical record of different alteration stages: *Journal of Asian Earth Sciences* 18: 237-251.

Oliveira I. W. B., Sachs L. L. B., Silva V. A., Batista I. H. 2004. Folha SE.23-Belo Horizonte. In: Schobbenhaus C., Gonçalves J. H., Santos J. O. S., Abram M. B., Leão Neto R., Matos G. M. M., Vidotti R. M., Ramos M. A. B., Jesus J. D. A. (Eds.). Carta geológica do Brasil ao millionésimo: Sistema de Informações Geográficas – SIG e 46 folhas na escala 1: 1.000.000. Brasília, Brazil: CPRM 2004. 41 (CD-ROM).

Palmieri, M., Ferrari, A.J.D., Brod, J.A., Barbosa, P.A.R., 2006. Geologia da mina de fosfato da Copebrás no Complexo Foscorítico-Carbonatítico de Catalão I. In: 43 Congresso Brasileiro de Geologia. Sociedade Brasileira de Geologia, Aracaju, Brazil (CD-ROM).

Panina, L.I., 2005. Multiphase carbonate-salt immiscibility in carbonatite melts: data on melt inclusions from the Krestovskiy massif minerals (Polar Siberia). *Contributions to Mineralogy and Petrology* 150: 19-36.

Panina, L.I., Motorina, I.V., 2008. Liquid immiscibility in deep-seated magmas and the generation of carbonatite melts. *Geochemistry International* 46(5): 448-464.

Prowatke, S., Klemme, S., 2006. Trace element partitioning between apatite and silicate melts. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70: 4513-4527.

Reguir, E.P., Chakhmouradian, A.R., Halden, N.M., Yang, P., Zaitsev, A.N., 2008. Early magmatic and reaction-induced trends in magnetite from the carbonatites of Kerimasi, Tanzania. *Canadian Mineralogist* 46: 879-900.

Ribeiro, C. C.; Brod, J. A.; Junqueira-Brod, T. C.; Gaspar, J. C.; Petrinovic, I. A., 2005. Mineralogical and field aspects of magma fragmentation deposits in a carbonate phosphate magma chamber: evidence from the Catalão I complex, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 18: 355-369.

Santos, R.V., Clayton R.N., 1995. Variations of oxygen and carbon isotopes in carbonatites: a study of Brazilian alkaline complexes. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59: 1339-1352.

Seer, H.J., Moraes, L.C., 1988. Estudo petrográfico das rochas ígneas alcalinas da região de Lagoa Formosa, MG. *Revista Brasileira de Geociências* 18: 134-140.

Seer, H.J., Moraes, L.C.M., Fogaça A.C.C., 1989. Roteiro geológico para a região de Lagoa Formosa-Chumbo-Carmo do Paranaíba, MG. Sociedade Brasileira de Geologia, Belo Horizonte, Brazil, 58pp.

Sgarbi, P.B.A., Valença, J.G., 1993. Kalsilite in Brazilian kamafugitic rocks. *Mineralogical Magazine* 57: 165-171.

Sgarbi, P.B.A., Valença J.G., 1994. Mineral and rock chemistry of the Mata da Corda kamafugitic rocks (MG State, Brazil). International Symposium on the Physics and Chemistry of the Upper Mantle. CPRM/FAPESP, São Paulo, Brazil.

Sgarbi, P.B.A., Gaspar, J.C., 1995. Perovskites from the Mata da Corda kamafugites, MG, Brazil. 6th International Kimberlite Conference. Novosibirsk, Russia, pp. 498-499.

Sgarbi P.B.A., Heanman L.M., Gaspar J.C., 2004. U–Pb perovskite ages for brazilian kamafugitic rocks: further support for a temporal link to a mantle plume hotspot track. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 715-724.

Sonoki, I.K., Garda, G.M., 1988. Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil Meridional e Paraguai Oriental: compilação e adaptação as novas constantes de decaimento. *Boletim IG-USP Série Científica* 19: 63-85.

Taylor H.P., Frechen J., Degens E.T., 1967. Oxygen and carbon isotope studies of carbonatites from the Laacher See District, West Germany and the Alno District, Sweden. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 31: 407-430.

Thompson, R.N., Morrison, M.A., Hendry, G.L., Parry, S.J., 1984. An assessment of the relative roles of crust and mantle in magma genesis: an elemental approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A310*: 549-590.

Thompson R.N., Gibson S.A., Mitchell J.G., Dickin A.P., Leonardos O.L., Brod J.A., Greenwood J.C., 1998. Migrating Cretaceous-Eocene magmatism in the Serra do Mar alkaline province, SE Brazil: Melts from the deflected Trindade mantle plume? *Journal of Petrology* 39: 1493-1526.

Toyoda, K., Horiuchi, H., Tokonami, M., 1994. Dupal anomaly of Brazilian carbonatites - geochemical correlations with hotspots in the South-Atlantic and implications for the mantle source. *Earth and Planetary Science Letters* 126: 315-331.

Tröger E., 1928. Alkaligesteine aus der Serra do Salitre im westlichen Minas Geraes, Brasilien. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abt A*: 202-204.

Ulbrich H.H.G.J., Gomes C.B., 1981. Alkaline rocks from continental Brazil. *Earth Science Reviews* 17: 135-154.

VanDecar J.C., James D.E., Assumpção M., 1995. Seismic evidence for a fossil mantle plume beneath South America and implications for plate driving forces. *Nature*, 378: 25-31.

Veksler, I. V., Petibon, C., Jenner, G. A., Dorfman, A. M. and Dingwell, D. B., 1998. Trace element partitioning in immiscible silicate-carbonate liquid systems: an initial experimental study using a centrifuge autoclave. *Journal of Petrology* 39: 2095-2104.

Veksler, I. V., Dorfman, A. M., Kamenetsky, M., Dulski, P., Dingwell, D. B., 2005. Partitioning of lanthanides and Y between immiscible silicate and fluoride melts, fluorite and cryolite and the origin of the lanthanide tetrad effect in igneous rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 69: 2847-2860.

Watson, E.B., Green, T.H., 1981. Apatite/liquid partition coefficients for the rare-earth elements and strontium. *Earth and Planetary Science Letters* 56: 405-421.

Williams, C.T., Wall, F., Woolley, A.R., Phillip, S., 1997. Compositional variation in pyrochlore from the Bingo carbonatite, Zaire: *Journal of African Earth Sciences* 25:137-145.

Wyllie, P.J., 1989. Origin of carbonatites – evidence from phase equilibrium studies. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 500-545.

Woolley A.R., 1987. *Alkaline Rocks and Carbonatites of the World. Part 1: North and South America*. London, British Museum/University of Texas Press. 216p.

Woolley A.R., Kempe D.R.C., 1989. Carbonatites: nomenclature, average chemical compositions, and element distribution. In K. Bell (Ed.) Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 1-14.

Zurevinski, S.E., Mitchell, R.H., 2004. Extreme compositional variation of pyrochlore-group minerals at the Oka carbonatite complex, Quebec: Evidence of Magma Mixing?: Canadian Mineralogist 42: 1159-1168.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

O complexo alcalino-foscorítico-carbonatítico de Salitre é composto por três intrusões principais – Salitre I possui uma forma oval distorcida, Salitre II é um pequeno *plug* localizado entre os complexos de Salitre I e Serra Negra e Salitre III forma um pequeno *plug* a sul de Salitre I, e não tem expressão topográfica. É composto principalmente por rochas silicáticas da série bebedourítica, com carbonatitos e foscoritos subordinados. Salitre I é composto por três principais sistemas intrusivos.

A porção norte do complexo é ocupada por perovskita bebedouritos (B1) que formam uma pilha de cumulados, subdivididos em olivina perovskita bebedouritos (B1a) e perovskita bebedouritos (B1b).

A porção sul é composta por uma segunda intrusão, formada por melanita bebedouritos (B2), com variação para distintos sub-tipos, definidos em função da fase de Ca-Ti predominante – perovskita-titanita-melanita bebedouritos (B2a), e titanita-melanita bebedouritos (B2b). Diques de sienito (S1) representam os termos finais da evolução dos bebedouritos B2.

Um sistema de diques anelares radiais de foscorito e carbonatito ocorre na porção central da unidade B1.

Bebedouritos ocorrem principalmente como cumulados, caracterizados por amplas variações modais em olivina, piroxênio, flogopita, apatita, perovskita, melanita, titanita e magnetita - composição peculiar que não se encaixa em nenhum dos esquemas tradicionais de classificação de rochas ígneas. Outras feições características são baixos teores de Ni e Cr, e ausência de espinélio rico em Cr, plagioclásio, nefelina e outros feldspatóides.

Bebedouritos B1 evoluem por cristalização fracionada, dada pela progressão de olivina perovskita bebedouritos (B1a) na base para perovskita bebedouritos (B1b) no topo da sequência. Bebedouritos B2 cristalizaram a partir de um magma mais rico em sílica e menos contaminado. Variações texturais observadas, como a presença de titanita e melanita em torno de grãos de perovskita (B2a e B2b) registram o efeito do aumento da atividade de sílica sobre os minerais de Ca e Ti, os quais podem ser utilizados como uma medida relativa de insaturação de SiO₂ no magma. A composição isotópica de Sr e Nd indicam tênues efeitos de assimilação crustal nos termos mais evoluídos, mas os fatores mais importantes no aumento do teor de sílica em bebedouritos são provavelmente cristalização fracionada e, em especial, separação de magma carbonatítico imiscível.

A série foscorítica é subordinada no complexo, restrita à porção norte, dentro do domínio dos bebedouritos B1. Os foscoritos estão frequentemente associados a carbonatitos, ou na interface carbonatito-bebedourito. Geralmente são de granulação grossa, compostos por apatita, olivina, flogopita e magnetita. Texturas de movimentação magmática são frequentes.

Dois grupos de foscorito foram reconhecidos em Salitre I: foscoritos P1, compostos por olivina, flogopita aluminosa, apatita, magnetita e relictos de perovskita; e foscoritos P2, constituídos essencialmente de olivina, apatita e magnetita, com pirocloro acessório e rara flogopita, que grada para tetra-ferriflogopita nas bordas.

Dados de campo, de química mineral e de geoquímica de rocha total indicam que foscoritos P1 pertencem a estágios iniciais, e foscoritos P2 são formados em estágios mais tardios na evolução do complexo. Contrariamente ao esperado, observa-se um aumento no teor de Mg em alguns minerais (olivina, magnetita e flogopita) no sentido P1-P2, mesmo com a diminuição do teor de MgO em rocha total, uma feição que é comum em outros foscoritos e carbonatitos, mas cuja origem não é clara no presente estágio de conhecimento. O pirocloro rico em Ta e U indica que o foscorito P2, mesmo que “tardio” na sequência evolutiva de Salitre, pertence a fases iniciais da evolução da série foscorítica, especialmente quando comparado a rochas desta série que ocorrem em outros complexos, como Catalão I (Cordeiro *et al.*, 2009a,b) e Sokli (Lee *et al.*, 2006).

O padrão de bifurcação observado na relação MgO x SiO₂ sugere que um evento de imiscibilidade de líquidos separa as rochas silicáticas (dunitos, piroxenitos e bebedouritos) das foscoríticas. Este padrão é observado em outros complexos foscorítico-carbonatíticos, tanto na província de Kola (Vuoriyarvi e Kovdor) quanto na APIP (Catalão I e Salitre).

Elementos HFSE⁴⁺ podem ser desacoplados de HFSE⁵⁺ por efeito mineralógico em magmas alcalinos e foscoríticos, enquanto as variações na razão Nb/Ta apenas refletem a concentração desses elementos no magma. Quando ocorre, o fracionamento entre HFSE de mesma carga como os pares Nb-Ta e Zr-Hf, pode estar relacionado a imiscibilidade de líquidos, como demonstrado por diversos autores (e.g. Veksler *et al.*, 1998, Brod, 1999, Thompson *et al.*, 2002). Variações na razão Nb/Ta são significativas em Salitre, mas para o par Zr-Hf o fracionamento observado é mínimo, e restrito às rochas mais evoluídas do complexo.

Aspectos texturais e dados de isótopos estáveis mostram que, assim como em outros complexos, os foscoritos de Salitre cristalizaram a partir de um magma de origem mantélica, e, em comparação com os carbonatitos, apresentam maior suscetibilidade a alterações intempéricas, a partir das variações observadas em termos de $\delta^{18}\text{O}$. De uma maneira geral, foscoritos podem ser produzidos por cristalização de magmas fosfáticos, gerados por imiscibilidade de líquidos, ou por acumulação de olivina, apatita e magnetita a partir de magma carbonatítico ou silicático. Em Salitre, os dados de campo, geoquímicos e mineralógicos indicam que os foscoritos P1 originaram-se por imiscibilidade entre magmas fosfático e silicático, enquanto os foscoritos P2 estão provavelmente ligados a um evento de imiscibilidade de líquidos carbonatítico e fosfático. Ambos tipos de foscorito evoluem por fracionamento de apatita, com enriquecimento residual de carbonato. Um exemplo de rocha foscorítica gerada por acumulação de cristais são os cumulados nelsoníticos que ocorrem no interior dos calciocarbonatitos C3.

Os carbonatitos de Salitre I ocorrem na forma de diques no centro do domínio norte do complexo, na unidade B1. Podem ser dolomíticos ou calcíticos, com presença de olivina, flogopita, magnetita, ilmenita, pirocloro e sulfetos (pirita, pirrotita e calcopirita). Com base em texturas e composição química de minerais e de rocha total, foram discriminados cinco tipos de carbonatitos: magnesiocarbonatitos C1 e C2, calciocarbonatitos C3, cumulados nelsoníticos C3a e magnesiocarbonatitos D4.

Diferenças composicionais observadas em flogopita, magnetita e olivina dos carbonatitos (C1, C3 e C3a) de Salitre apontam para magmas em distintos estágios de evolução, onde magnesiocarbonatitos C1 correspondem aos estágios iniciais, seguidos dos calciocarbonatitos C3 e cumulados nelsoníticos C3a.

Magnesiocarbonatitos C1 são gerados a partir de imiscibilidade de líquidos silicático-carbonatítico, enquanto magnesiocarbonatitos C2 e calciocarbonatitos C3 são produtos de

imiscibilidade de líquidos carbonatítico-fosfático. Cumulados nelsoníticos C3a são resultantes de cristalização fracionada que acumula apatita, magnetita e pirocloro a partir do magma C3. Magnesiocarbonatitos D4 são os termos evolutivos finais da série carbonatítica no complexo.

O magma parental do complexo de Salitre é o flogopita picrito, que gera cumulados de olivina perovskita bebedouritos B1a. A acumulação de perovskita e olivina provocam um aumento de P_2O_5 e CO_2 no magma, resultando na separação entre um líquido foscorítico e outro silicático – foscoritos P1 e perovskita bebedouritos B1b, respectivamente. Um novo acúmulo de voláteis gera um segundo evento de imiscibilidade, produzindo os melanita bebedouritos B2 e magnesiocarbonatitos C1. A evolução do magma carbonatítico faz com que este se “subdivida” em frações de composição mais simples – rica em Mg (magnesiocarbonatitos C2); rica em P e Fe (foscoritos P2), e rica em Ca (calciocarbonatitos C3). Os magnesiocarbonatitos tardios, ricos em Ba (D4), foram provavelmente produzidos como resíduo da diferenciação dos magnesiocarbonatitos C2. Eventualmente, calciocarbonatitos C3 podem gerar cumulados nelsoníticos C3a, por acumulação de magnetita, pirocloro e apatita. Melanita bebedouritos B2 evoluem diretamente por cristalização fracionada até termos finais de composição sienítica, S1.

Os dados apresentados nesta tese indicam, portanto, que o complexo de Salitre I evoluiu por complexas inter-relações entre processos petrogenéticos distintos, como cristalização fracionada e imiscibilidade de líquidos, com pequena contribuição de outros processos comuns neste ambiente, como contaminação, desgaseificação e metassomatismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F.F.M., 1983. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Revista Brasileira de Geociências* 13: 139-158.

Araújo, D.P., 1996. Metassomatismo no complexo carbonatítico Catalão-I: implicações para a composição do magma carbonatítico e para o metasomatismo carbonatítico no manto superior. Msc. Thesis, University of Brasília, Brazil.

Araújo, A.L.N., Carlson, R.W., Gaspar, J.C., Bizzi, L.A., 2001. Petrology of kamafugites and kimberlites from the Alto Paranaíba Alkaline Province, Minas Gerais, Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 142: 163-177.

Bailey, D.K., 1993. Carbonate magmas. *Journal of the Geological Society of London*, 150: 637-651.

Barbosa, E.S.R., Brod, J.A., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Ribeiro, C.C., Boaventura, G.R., 2004. Petrografia e geoquímica de carbonatitos do Complexo de Salitre, MG. 42 Congresso Brasileiro de Geologia. Araxá, Brazil.

Barbosa, E.S.R., Junqueira-Brod, T. C., Brod, J. A., Dantas, E.L., 2008. Petrology of bebedourites from the Salitre phoscorite-carbonatite complex, Brazil. In: 9th International Kimberlite Conference, 2008, Frankfurt. Extended Abstracts. Frankfurt : COSIS - Copernicus Systems, 2008. p. 9IKC-A-00332.

Barbosa, E.S.R., Brod, J.A., Junqueira-Brod, T.C., Dantas, E.L. 2009a. Bebedourite from its type area (Salitre I Complex): a key petrogenetic series in the Late-Cretaceous Alto Paranaíba kamafugite-carbonatite-phoscorite association, Central Brazil. *Submetido a Earth Science Reviews*.

Barker, D. S., 1989. Field relations of carbonatites. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 38-69.

Barker, D. S., 1996. Nephelinite-phonolite volcanism. In R. H. Mitchell, Ed., *Undersaturated alkaline rocks: mineralogy, petrogenesis, and economic potential*, Mineralogical Association of Canada Short Course 24: 23-44.

Bell, K., Blenkinsop, J., 1989. Neodymium and Strontium isotope geochemistry of carbonatites. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 278-300.

Bell, K., Rukhlov, A.S.. 2004. Carbonatites: Origin, evolution and source characteristics. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 433-468.

Berbert C.O., 1984. Carbonatites and associated Mineral Deposits in Brazil. Geological Survey of Japan Rep. 263: 269-290.

Biondi, J.C., 2005. Brazilian mineral deposits associated with alkaline and alkaline-carbonatite complexes. In: P. Comin-Chiaramonti, C.B. Gomes (Editors), Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil, pp. 707-750.

Bizzi L.A., De Wit M.J., Smith C.B., Meyer H.O.A., Armstrong R., 1993. Características isotópicas e origem dos kimberlitos e vulcânicas alcalinas relacionadas em Minas Gerais. 1 Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante (Anais). Cuiabá, UFMT Publ. Esp. 2/93. p.141-151.

Bizzi L.A., Smith C.B., Meyer H.O.A., Armstrong R., De Wit M.J., 1994. Mesozoic kimberlites and related rocks in southwestern São Francisco craton, Brazil: a case for local mantle reservoirs and their interaction. In H.O.A. Meyer, O.H. Leonardos, (Editores), Proceedings of 5th International Kimberlite Conference, Araxá, CPRM Publ. Esp. 2/91. p.156-171.

Bizzi L.A., De Wit M.J., Smith C.B., McDonald I., Armstrong R.A., 1995. Heterogeneous enriched mantle materials and Dupal-type magmatism along the SW margin of the São Francisco Craton, Brazil. *Journal of Geodynamics* 20: 469-491.

Bogoch, R. and Magaritz, M., 1983. Immiscible silicate-carbonate liquids as evidenced from ocellar diabase dykes, Southeast Sinai. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 83: 227-230.

Boynton, W.V., 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: P. Henderson (Editor), *Rare Earth Element Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, pp. 63-114.

Brassinnes S., Balaganskaya E., Demaiffe D., 2005. Magmatic evolution of the differentiated ultramafic, alkaline and carbonatite intrusion of Vuoriyarvi (Kola Peninsula, Russia). A LA-ICP-MS study of apatite. *Lithos* 85: 76-92.

Brigatti, M.F, Medici, L., Saccani, E., Vaccaro, C., 1996. Crystal chemistry and petrology significance of Fe³⁺-rich phlogopite from the Tapira carbonatite complex, Brazil. *American Mineralogist* 81: 913-927.

Brigatti M. C., Medici L., Poppi L., Vaccaro C., 2001. Crystal chemistry of trioctahedral micas 1-M from the Alto Paranaíba Igneous Province, southeastern Brazil. *Canadian Mineralogist* 39: 1333-1345.

Brod J.A., 1999. Petrology and geochemistry of the Tapira alkaline complex, Minas Gerais State, Brazil. University of Durham, UK (PhD thesis).

Brod J.A., Gibson S.A., Thompson R.N., Junqueira-Brod T.C., Seer H.J., Moraes L.C., Boaventura G.R., 2000. Kamafugite affinity of the Tapira alkaline-carbonatite complex (Minas Gerais, Brazil). *Revista Brasileira de Geociências* 30: 404-408.

Brod, J.A., Gaspar, J.C., Araújo, D.P., Gibson, S.A., Thompson, R.N., Junqueira-Brod, T.C., 2001. Phlogopite and tetra-ferriphlogopite from Brazilian carbonatite complexes: petrogenetic constraints and implications for mineral-chemistry systematics. *Journal of Asian Earth Sciences* 19: 265-296.

Brod, J.A., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Gibson, S.A., Thompson, R.N., 2003. Ti-rich and Ti-poor garnet from the Tapira Carbonatite complex, SE Brazil: Fingerprinting fractional crystallisation and liquid immiscibility. 8th International Kimberlite Conference, Victoria, Canada, pp. 1-5 (CD-ROM - FLA0339).

Brod, J.A., Ribeiro, C.C., Gaspar, J.C., Junqueira-Brod, T.C., Barbosa, E.S.R., Riffel, B.F., Silva, J.F., Chaban, N., Ferrari, A.J.D., 2004. Guia de excursão 1: Geologia e Mineralizações dos Complexos Alcalino-Carbonatíticos da Província Ígnea do Alto Paranaíba. 42 Congresso Brasileiro de Geologia. Araxá, Brasil

Brod J.A., Gaspar J. C., Diniz-Pinto H. S., Junqueira-Brod T.C., 2005. Spinel chemistry and petrogenetic processes in the Tapira alkaline-carbonatite complex, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 35 (1): 23-32.

Brod J.A., Gaspar, J.C., Diniz-Pinto H. S., Junqueira-Brod T.C., 2005. Spinel chemistry and petrogenetic processes in the Tapira alkaline-carbonatite complex, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 35 (1): 23-32.

Bühn, B. M., Schneider, J., Dulski, P., Rankin, A. H., 2003. Fluid–rock interaction during progressive migration of carbonatitic fluids, derived from small-scale trace element and Sr, Pb isotope distribution in hydrothermal fluorite. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 67: 4577–4595.

Caprilli, E., Della Ventura, G., Williams, T.C., Parodi, G.C., Tuccimei, P., 2006. The crystal chemistry of non-metamict pyrochlore-group minerals from Latium, Italy: *Canadian Mineralogist* 44: 1367-1378.

Carlson R.W., Esperança S., Svisero, D.P., 1996. Chemical and Os isotopic study of Cretaceous potassic rocks from Southern Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 125: 393-405.

Carlson, R.W., Araujo, A.L.N., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Petrinovic, I.A., Hollanda, M.H.B.M., Pimentel, M.M., Sichel, S., 2007. Chemical and isotopic relationships between peridotite xenoliths and mafic–ultrapotassic rocks from Southern Brazil. *Chemical Geology* 242: 418-437.

Carvalho, J.B., Leonardos O.H., 1995. Preliminary geothermobarometric studies on mantle xenoliths of kimberlites and associated rocks from the Alto Paranaíba, SE Brazil. Extended Abstracts – 6th International Kimberlite Conference, Novosibirsk, Russia: 101-103.

Chakmouradian A. R., Zaitsev A. N., 2004. Afrikanda: An association of ultramafic, alkaline and alkali-silica-rich carbonatitic rocks from mantle-derived melts. In: Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 247-292.

Chakmouradian A. R., 2006. High-field-strength elements in carbonatitic rocks: Geochemistry, crystal chemistry and significance for constraining the sources of carbonatites. *Chemical Geology* 235: 138-160.

Church, A.A., Jones, A.P., 1995. Silicate-carbonate immiscibility at Oldoinyo Lengai. *Journal of Petrology* 36: 869-889.

Comin-Chiaramonti P., Gomes, C.B., 1996. Alkaline magmatism in Central-Eastern Paraguay. Relationships with coeval magmatism in Brazil. São Paulo, Edusp/Fapesp. 458p.

Comin-Chiaramonti P., Cundari A., Piccirillo E.M., Gomes C.B., Castorina F., Censi P., DeMin A., Marzoli A., Speziale S., Velazquez V.F., 1997. Potassic and sodic igneous rocks from eastern Paraguay: Their origin from the lithospheric mantle and genetic relationships with the associated Paraná flood tholeiites. *Journal of Petrology* 38: 495-528.

Comin-Chiaramonti, P., Gomes, C. B. (Editors), 2005. Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil, 751 pp.

Comin-Chiaramonti, P., Gomes, C.B., Marques, L.S., Censi, P., Ruberti, E., Antonini, P., 2005a. Carbonatites from southeastern Brazil: geochemistry, O-C, Sr-Nd-Pb isotopes and relationships with the magmatism from the Paraná-Angola-Namibia Province. In: P. Comin-Chiaramonti, C.B. Gomes (Editors), Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil, pp. 657-688.

Comin-Chiaramonti P, Gomes CB, Censi P, Speziale S., 2005b. Carbonatites from southeastern Brazil: a model for the carbon and oxygen isotope variations.. In: Comin-Chiaramonti P and Gomes CB (editores) Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform, 1st ed. Edusp/Fapesp, São Paulo, pp 629-650.

Constanzo, A., Moore, K.R., Wall, F., Feely, M., 2006. Fluid inclusions in apatite from Jacupiranga calcite carbonatites: Evidence for a fluid-stratified carbonatite magma chamber. *Lithos* 91: 208-228.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Dantas, E.L., Barbosa, E.S.R., 2009a. Mineral chemistry and petrology of the primary Niobium ore from the Catalão I carbonatite-phoscorite complex, Central Brazil. Submetido a Journal of Petrology.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Gaspar, J.C., Barbosa, E.S.R., Santos, R.V., Assis, L.C., Palmieri, M., 2009b. Pyrochlore chemistry from the primary Niobium deposit of the Catalão I carbonatite-phoscorite complex, Brazil. Submetido a Economic Geology.

Cordeiro, P.F.O., Brod, J.A., Santos, R.V., 2009c. Stable O and C isotopes, and carbonate chemistry in phoscorites and Nb-rich nelsonites from the Catalão I carbonatite complex, central Brazil: implications for phosphate-iron-oxide magmas. Submetido a Contributions to Mineralogy and Petrology.

Costa, G.V., 2008. Química mineral e geotermobarometria de xenólitos mantélicos do kimberlito Canastra 01. Msc. Thesis, University of Brasília, Brazil.

Crough S.T., Morgan W.J., Hargraves R.B., 1980. Kimberlites: their relation to mantle hotspots. Earth and Planetary Science Letters 50: 260-274.

Dalton, J.A., Wood, B.J., 1993. The compositions of primary carbonate melts and their evolution through wallrock reaction in the mantle. Earth and Planetary Science Letters 119: 511-525.

Dalton, J.A., Presnall, D.C., 1998. Carbonatitic melts along the solidus of a model lherzoite in the system CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-CO₂ from 3 to 7 GPa. Contributions to Mineralogy and Petrology 131: 123-135.

Danni J.C.M., Baecker M.L., Ribeiro, C.C., 1991. The geology of the Catalão I carbonatite complex. In O.H. Leonardos, H.O.A. Meyer, J.C. Gaspar (Editores), 5th International Kimberlite Conference. (Field Guide Book). Araxá, CPRM, Special publication 3/91. 25-30.

Dawson, J.B., Hawthorne, J.B., 1973. Magmatic sedimentation and carbonatitic differentiation in kimberlite sills at Benfontein, South Africa. Journal of the Geological Society of London 129: 61-85.

Dawson, J.B., Pinkerton, H., Pyle, D. M., Nyamweru, C., 1994. June 1993 eruption of Oldoinyo Lengai, Tanzania - exceptionally viscous and large carbonatite lava flows and evidence for coexisting silicate and carbonate magmas. Geology 22: 799-802.

Deans, T., 1966. Economic mineralogy of African carbonatites. In: Carbonatites, O.F. Tuttle & J. Gittins (editors), New York, Wiley. 385-413.

Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 1992. An introduction to rock-forming minerals. Longman, Essex, 696 pp.

Deines P., 1989 Stable isotope variations in carbonatites. In: Bell K (editor). Carbonatites: Genesis and Evolution, Unwin Hyman, London, pp 301-359.

Demény A., Sitnikova M.A., Karchevsky P.I., 2004. Stable C and O isotope compositions of carbonatite complexes of the Kola Alkaline Province: phoscorite-carbonatite relationships and source compositions. In: Wall F and Zaitsev AN (editors) Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province, 1st ed. Mineralogical Society Series, London, pp 407-431.

Dingwell, D.B., Brearley, M., 1985. Mineral chemistry of igneous melanite garnets from analcite-bearing volcanic rocks, Alberta, Canada. Contributions to Mineralogy and Petrology 90: 29-35.

Diniz-Pinto, H.S., Araújo, I.M.C.P., Brod, J.A., Gaspar, J.C., Barbosa, E.S.R., 2004. Cristaloquímica de pirocloro de carbonatitos de Salitre, MG. 42 Congresso Brasileiro de Geologia. Araxá, Brasil. Anais.

Downes H., Balaganskaya E., Beard A., Liferovich R., Demaiffe D., 2005. Petrogenetic processes in the ultramafic, alkaline and carbonatite magmatism in the Kola Province: A review. Lithos 85:48-75.

Dunworth, E.A., Bell, K., 2001. The Turiy Massif, Kola Peninsula, Russia: isotopic and geochemical evidence of multiple-source evolution. Journal of Petrology 42: 377-405.

Dunworth E.A., Bell K., 2003. The Turiy Massif, Kola Peninsula, Russia. Mineral chemistry of an ultramafic-alkaline-carbonatite intrusion. Mineralogical Magazine 67:423-451.

Duke J. M., Naldrett A.J., 1978. A numerical model of the fractionation of olivine and molten sulfide from komatiite magma. Earth and Planetary Science Letters 39: 255-266.

Eggler, D.H., 1989. Carbonatites, primary melts, and mantle dynamics. In: K. Bell (Ed.) Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 561-579.

Epshteyn E.M., Danil'chenko N.A., 1988. Spatial-genetic model of the Kovdor apatite-magnetite deposit, a carbonatite complex of the ultramafic, ijolite and carbonatitic rock association. International Geology Review 30: 981-993.

Eriksson S.C., 1989. Phalaborwa: A saga of magmatism, metassomatism and miscibility. In K. Bell (Ed.) Carbonatites: genesis and evolution. London, Unwin Hyman, 221-254.

Fava, N., 2001. O manto de intemperismo e a química do pirocloro de Catalão I (GO): Um estudo preliminar. MSc Thesis, Brasília, Universidade de Brasília, Brasil. 124p.

Flohr, M.J.K., Ross, M., 1990. Alkaline igneous rocks of Magnet Cove, Arkansas: Mineralogy and geochemistry of syenites. *Lithos* 26: 67-98.

Fontana, J., 2006. Phoscorite-carbonatite pipe complexes – a promising new Platinum Group Element target in Brazil. *Platinum Metals Review* 50(3): 134-142.

Franz, G.W., Wyllie, P.J., 1967. Experimental studies in the system CaO-MgO-SiO₂-CO₂-H₂O. In: *Ultramafic and related rocks* (P.J. Wyllie, Ed.), John Wiley, New York, 323-326.

Foley, S.F., 1989. Experimental constraints on phlogopite chemistry in lamproites: 1. The effect of water activity and oxygen fugacity. *European Journal of Mineralogy* 1: 411-426.

Gaspar, J.C., Danni, J.C.M., 1981. Aspectos petrográficos e vulcanológicos da província alcalina-carbonatítica de Santo Antônio da Barra, sudoeste de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências* 11(2): 74-83.

Gaspar J. C., Wyllie P. J., 1983. Ilmenite (high Mg,Mn,Nb) in the carbonatites from the Jacupiranga complex, Brazil. *American Mineralogist* 68: 960-971.

Gaspar, J. C., Araújo, A. L. N., Melo, M. V. L. C., 1998. Olivine in carbonatitic and silicate rocks in carbonatite complexes. 7th International Kimberlite Conference (Extended Abstracts). Cape Town 239-241.

Gibson S.A., Thompson R.N., Leonardos O.H., Dickin A.P., Mitchell J.G., 1995a. The Late Cretaceous impact of the Trindade mantle plume - evidence from large-volume, mafic, potassic magmatism in SE Brazil. *Journal of Petrology* 36: 189-229.

Gibson S.A., Thompson R.N., Dickin A.P., Leonardos O.H., 1995b. High-Ti and low-Ti mafic potassic magmas: Key to plume-lithosphere interactions and continental flood-basalt genesis. *Earth and Planetary Science Letters* 136: 149-165.

Gibson S.A., Thompson R.N., Weska R.K., Dickin A.P., Leonardos O.H., 1997a. Late Cretaceous rift-related upwelling and melting of the Trindade starting mantle plume head beneath western Brazil. *Contributions of Mineralogy and Petrology* 126: 303-314.

Gibson S.A., Thompson R.N., Dickin A.P., Mitchell J.G., 1997b. Temporal variation in magma sources related to the impact of the Tristan mantle plume. In C.J. Hatton (Ed.) PPM'97 International Symposium on plumes, plates & mineralisation (Abstracts). Pretoria, 37-38.

Gioia, S.M., Pimentel, M.M., 2000. A metodologia Sm-Nd no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Brasília. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72: 219-245.

Gomes C.B., Ruberti E., Morbidelli, L., 1990. Carbonatite complexes from Brazil: a review. *Journal of South American Earth Sciences* 3: 51-63.

Gomes, C.B., Comin-Chiaramonti, P., 2005. Some notes on the Alto Paranaíba Igneous Province. In: P. Comin-Chiaramonti, C.B. Gomes (Editors), *Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform*. EDUSP/FAPESP, São Paulo, Brazil, pp. 317-340.

Gonzaga, G.M., Tompkins, L.A., 1991. Geologia do diamante. In: *Principais depósitos minerais do Brasil*. Brasília: DNPM/CPRM 4a, pp. 42-58.

Grasso, C.B., Ribeiro, C.C., Brod, J. A., Gaspar, J.C., 2006. Mapeamento Geológico de detalhe (1:2000) das frentes de lavra da mina da Fosfertil Fertilizantes Fosfatados S.A. 43 Congresso Brasileiro de Geologia. Aracaju, Brazil, pp. 1-6 (CD-ROM).

Gravina, E.G., Brod, J.A., Gaspar, J.C., Fernandes, N.G., 2005. Uso de elementos menores em perovskita como indicadores de proveniência de sedimentos detríticos - implicações para a discriminação de rochas ultrapotássicas em províncias alcalinas. I Simpósio Brasileiro de Metalogenia, Gramado, Brazil, pp. 1-4 (CD-ROM).

Guo, J., Green, T.H., 1990. Experimental study of barium partitioning between phlogopite and silicate liquid at upper-mantle pressure and temperature. *Lithos* 24: 83-95.

Haggerty, S.E., Mariano, A.N., 1983. Strontian-loparite and strontio-chevkinite: two new minerals in reomorphic fenites from the Paraná Basin carbonatites, South America. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 84: 365-381.

Hamilton, D.L., Bedson, P. and Esson, J., 1989. The behaviour of trace elements in the evolution of carbonatites. In K. Bell, Ed., *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 405-427.

Harmer, R.E., Gittins, J., 1997a. Carbonatites from source to surface. *Journal of African Earth Sciences* 25(1): 1-3.

Harmer, R.E., Gittins, J., 1997b. The origin of dolomitic carbonatites: field and experimental constraints. *Journal of Asian Earth Sciences* 25(1): 5-28.

- Harmer, R.E., Gittins, J., 1998. The case for primary, mantle-derived carbonatite magma. *Journal of Petrology* 39: 1895-1904.
- Heinrich, E.W., 1966. *The geology of carbonatites*. Rand McNally and Company, Chicago, USA, 608pp.
- Herz, N., 1977. Timing of spreading in the South Atlantic: information from Brazilian alkalic rocks. *Geological Society of America Bulletin* 88: 101-112.
- Hogarth, D. D., 1977. Classification and nomenclature of the pyrochlore group. *American Mineralogist* 62: 403-410.
- Hogarth, D.D., Hartree, J.L., Solberg, T.N., 1985. Rare-element minerals in four carbonatites near Gatineau, Quebec. *American Mineralogist* 70: 1135-1142.
- Hogarth, D.D., 1989. Pyrochlore, apatite and amphibole: distinctive minerals in carbonatite. In: K. Bell (Editor). *Carbonatites: genesis and evolution*. Unwin Hyman, London, pp. 105-148.
- Hogarth, D. D., 1989. Pyrochlore, apatite and amphibole: distinctive minerals in carbonatite. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 105-148.
- Huggins, F.E., Virgo, D., Huckenholz, H.G., 1977. Titanium containing silicate garnets: II. The crystal chemistry of melanites and schorlomites. *American Mineralogist* 62: 646– 665.
- Irber W., 1999. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu*, Sr/Eu, Y/Ho, and Zr/Hf of evolving peraluminous granite suites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 63: 489–508.
- Jahn, B., Wu, F., Capdevila, R., Martineau, F., Zhao, Z., Wang, Y., 2001. Highly evolved juvenile granites with tetrad REE patterns: the Woduhe and Baerzhe granites from the Great Xing'an Mountains in NE China. *Lithos* 59: 171-198.
- Jones, J.H., Walker, D., Pickett, D.A., Murrell, M.T., Beattie, P., 1995. Experimental investigations of the partitioning of Nb, Mo, Ba, Ce, Pb, Ra, Th, Pa, and U between immiscible carbonate and silicate liquids. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59: 1307-1320.
- Junqueira-Brod T.C., 1998. Cretaceous alkaline igneous rocks from the Águas Emendadas region, Goiás, Central Brazil. University of Durham (M. Sc.Thesis), 161p.

Junqueira-Brod T.C., Brod J.A., Gibson S.A., Thompson R.N., 2000. Mineral chemistry of kamafugites and related rocks from Águas Emendadas region, Goiás state. *Revista Brasileira de Geociências* 30: 403-407.

Junqueira-Brod, T.C., Roig, H.L., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Meneses, P.R., 2002. A Província Alcalina de Goiás e a extensão de seu vulcanismo kamafugítico. *Revista Brasileira de Geociências* 32: 559-566.

Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Kafino, C.V., 2005a. Kamafugitic diatremes: their textures and field relationships with examples from the Goiás Alkaline Province, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 18: 337-353.

Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Jost, H., Barbosa, E.S.R., Kafino, C.V., 2005b. Emplacement of Kamafugite Lavas from the Goiás Alkaline Province, Brazil: Constraints from whole-rock simulations. *Journal of South American Earth Sciences* 18: 323-335.

Kamenetsky V. S., Kamenetsky M. B., Sobolev A. V., Golovin A. V., Demouchy S., Faure K., Sharygin V. V., Kuzmin D.V., 2008. Olivine in the Udachnaya-east kimberlite (Yakutia, Russia): types, compositions and origins. *Journal of Petrology* 49 (4): 823-839.

Karchevsky, P.I., Moutte, J., 2004. The phoscorite-carbonatite complex of Vuorijarvi, northern Karelia. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 163-169.

Kasputin, Y.L., 1980. *Mineralogy of carbonatites*. Amerind Publishing, New Delhi.

Kempe, U., Götze, J., 2002. Cathodoluminescence (CL) behaviour and crystal chemistry of apatite from rare-metal deposits. *Mineralogical Magazine* 66: 135–156.

Keep, M., Russell, J. K., 1992. Mesozoic alkaline rocks of the Averill plutonic complex. *Canadian Journal of Earth Sciences* 29: 2508-2520.

King, B.C., 1949. The Napak area of Karamoja, Uganda. Geological Survey of Uganda memoir, 5.

Kjarsgaard, B.A., Hamilton, D. L., 1989. The genesis of carbonatites by immiscibility. In K. Bell, Ed., *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 388-404.

Klemme, S., Dalpe, C., 2003. Trace-element partitioning between apatite and carbonatite melt. *American Mineralogist* 88: 639-646.

Kogarko L. N., Suddaby P., Watkins P., 1997. Geochemical evolution of carbonatite melts in Polar Siberia. *Geochemistry International* 35: 113-118.

Krasnova, N.I., Petrov, T.G., Balaganskaya, E.G., Garcia, D., Moutte, D., Zaitsev, A.N. and Wall, F. 2004a. Introduction to phoscorites: occurrence, composition, nomenclature and petrogenesis. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 45-79.

Krasnova, N.I., Balaganskaya, E.G., Garcia, D. 2004b. Kovdor: Classic phoscorites and carbonatites. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 99-132.

Lanyon, R., Le Roex, A.P., 1995. Petrology of the alkaline and ultramafic lamprophyres associated with the Okenyenya igneous complex, northwestern Namibia. *South African Tydskr. Geology* 98: 140-156.

Le Bas, M. J., 1985. Nephelinites and Carbonatites. *Journal of the Geological Society of London* 142: 704.

Le Bas, M. J., 1989. Diversification of carbonatite. In K. Bell, Ed., *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 428-447.

Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R., Zanettin, B., 1989. *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms*. Blackwell, Oxford, UK, 193p.

Le Maitre, R.W., 2002. *Igneous Rocks: a Classification and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Le Roex, A.P., Lanyon, R., 1998. Isotope and trace element geochemistry of Cretaceous Damaraland lamprophyres and carbonatites, Northwestern Namibia: evidence for plume-lithosphere interactions. *Journal of Petrology* 39: 1177-1146.

Lee, M.J., Garcia, D., Moutte, J., Lee, J.I., 2003. Phlogopite and tetraferriphlogopite from phoscorite and carbonatite associations in the Sokli massif, Northern Finland. *Geosciences Journal* 7: 9-20.

Lee, M.J., Garcia, D., Moutte, J., Williams, C.T. and Wall, F., 2004, Carbonatites and phoscorites from the Sokli complex, Finland. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series. p. 133–162.

Lee, M. J., Lee, J. I., Moutte, J., 2005. Compositional variation of Fe-Ti oxides from the Sokli complex, northeastern Finland. *Geosciences Journal* 9: 1-13.

Lee, M.J., Lee, J.I., Garcia, D., Moutte, J., Williams, C.T., Wall, F., Kim, Y., 2006. Pyrochlore chemistry from the Sokli phoscorite-carbonatite complex, Finland: Implications for the genesis of phoscorite and carbonatite association: *Geochemical Journal* 40: 1-13.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1994a. Experimental data bearing on liquid immiscibility, crystal fractionation, and the origin of calciocarbonatites and natrocarbonatites. *International Geological Review* 36: 797-819.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., Rossman, G.R., 1994b. CO₂-rich glass, round calcite crystals and no liquid immiscibility in the system CaO-SiO₂-CO₂ at 2.5 GPa. *American Mineralogist* 79: 135-144.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1997a. Liquid immiscibility between nephelinite and carbonatite from 1.0 to 2.5 GPa compared with mantle compositions. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 127: 1-16.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1997b. Liquid immiscibility in the join NaAlSiO₄-NaAlSi₃O₈-CaCO₃ at 1GPa: implications for crustal carbonatites. *Journal of Petrology* 38 (9): 1113-1135.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1998a. Petrogenesis of carbonatite magmas from mantle to crust, constrained by the system CaO-(MgO+FeO*)-(Na₂O+K₂O)-(SiO₂+Al₂O₃+TiO₂)-CO₂. *Journal of Petrology* 39: 495-517.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 1998b. Processes of crustal carbonatite formation by liquid immiscibility and differentiation elucidated by model systems. *Journal of Petrology* 39: 2005-2014.

Lee, W.J., Wyllie, P.J., 2000. The system CaO-MgO-SiO₂-CO₂ at 1 GPa, metasomatic werhlites, and primary carbonatite magmas. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 138: 214-228.

Lee, W.-J., Fanelli, M.F., Cava, N., Wyllie, P.J., 2000. Calciocarbonatite and magnesiocarbonatite rocks and magmas represented in the system CaO-MgO-CO₂-H₂O at 0.2 GPa. *Mineralogy and Petrology* 68: 225-256.

Leonardos, O.H., Carvalho, J.B., Tallarico, F.H.B., Gibson, S.A., Thompson, R.N., Meyer, H.O.A., Dickin A.P., 1993. O xenólito de granada lherzolito de Três Ranchos 4: uma rocha matriz do diamante na província magmática cretácea do Alto Paranaíba. 1 Simpósio de Geologia do Diamante, Anais. Cuiabá, UFMT Publ. Esp. 2/93. 3-16.

Lloyd, F.E., Bailey, D.K., 1991. Complex mineral textures in bebedourite: possible links with alkali clinopyroxenite xenoliths and kamafugitic volcanism. 5th International Kimberlite Conference. CPRM, Araxá, Brazil, pp. 263-269.

Lumpkin, G.R., and Ewing, R.C., 1995. Geochemical alteration of pyrochlore group minerals: pyrochlore subgroup. *American Mineralogist* 80: 732-743.

Marchão, M.O., Barbosa, E.S.R., Brod, J.A., Seer, H.J., Moraes, L.C., Junqueira-Brod, T.C., Gomide, C.S., 2008. Geoquímica de xenólitos de piroxenito (bebedourito) em depósitos piroclásticos do Grupo Mata da Corda: implicações para a associação kamafugito-carbonatito-foscorito na Província Ígnea do Alto Paranaíba. IV Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados. Foz do Iguaçu, Brazil, (CD-ROM).

Mariano, A.N., 1989. Nature of economic mineralization in carbonatites and related rocks. In: K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 149-176.

Mariano A.N., Marchetto M., 1991. Serra Negra and Salitre carbonatite alkaline igneous complex. In O.H. Leonardos, H.O.A. Meyer, J.C. Gaspar (Eds.), 5th International Kimberlite Conference (Field Guide Book). Araxá, CPRM, Sp. Publ. 3/91. 75-79.

Marty, B., Tolstikhin, I., Kamensky, I.L., Nivin, V., Balaganskaya, E., Zimmermann, J.L., 1998. Plume-derived rare gases in 380 Ma carbonatites from the Kola region (Russia) and the argon isotopic composition in the deep mantle. *Earth and Planetary Science Letters* 164: 179-192.

Melo, M.V.L.C., 1999. Química dos minerais das rochas do Complexo Carbonatítico de Catalão II: Implicações Petrogenéticas. MSc Thesis, University of Brasília, Brazil.

Milner, S.C., Le Roex, A.P., O'Connor, J.M., 1995. Age of Mesozoic igneous rocks in northwestern Namibia, and their relationship to continental breakup. *Journal of Geological Society of London* 152: 97-104.

Milner, S.C., Le Roex, A.P., 1996. Isotope characteristics of the Okenyenya igneous complex, northwestern Namibia: constraints on the composition of the early Tristan plume and the origin of the EM1 mantle component. *Earth and Planetary Science Letters* 141: 277-291.

Mitchell, R.H., 1995, *Kimberlites, Orangeites and Related Rocks*. Plenum Press, New York, 410 p.

Mitchell, R.H., 2002. *Perovskites: Modern and ancient*. Almaz Press, Ontario.

Morbidelli L., Gomes C.B., Beccaluva L., Brotzu P., Conte A.M., Ruberti E., Traversa G., 1995a. Mineralogical, petrological and geochemical aspects of alkaline and alkaline-carbonatite associations from Brazil. *Earth Science Reviews* 39: 135-168.

Morbidelli L., Beccaluva L., Brotzu P., Conte A.M., Garbarino C., Gomes C.B., Grossi-Sad J.H., Riffel B.F., Ruberti E., Traversa G., 1995b. Aspectos mineralógicos e petrográficos de rochas ultramáficas e carbonatitos do complexo alcalino de Salitre, GO. 5 Congresso Brasileiro de Geoquímica. Niterói, SBGq.

Morbidelli L., Gomes C.B., Beccaluva L., Brotzu P., Garbarino C., Riffel B.F., Ruberti E., Traversa G., 1997. Parental magma characterization of Salitre cumulate rocks (Alto Paranaíba Alkaline Province, Brazil) as inferred from mineralogical, petrographic, and geochemical data. *International Geology Review* 39: 723-743.

Morikiyo T., Hirano H., Matsushita Y., 1990. Carbon and oxygen isotopic composition of the carbonatites from Jacupiranga and Catalão I carbonatite complexes, Brazil. *Bulletin of Geological Survey of Japan* 41:619-626.

Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G., 1988. Nomenclature of pyroxenes. Subcommittee on Pyroxenes. *American Mineralogist* 73: 1123–1133.

Nasraoui, M., Bilal, E., 2000. Pyrochlores from the Lueshe carbonatite complex (Democratic Republic of Congo): a geochemical record of different alteration stages: *Journal of Asian Earth Sciences* 18: 237-251.

Oliveira, I.W.B., Sachs, L.L.B., Silva, V.A., Batista, I.H., 2004. Folha SE.23-Belo Horizonte. In: C. Schobbenhaus, J.H. Gonçalves, J.O.S. Santos, M.B. Abram, R. Leão Neto, G.M.M. Matos, R.M. Vidotti, M.A.B. Ramos, J.D.A. Jesus (Editors). Carta geológica do Brasil ao millionésimo: Sistema de Informações Geográficas – SIG e 46 folhas na escala 1: 1.000.000. Brasília: CPRM. 41 CD-ROM Pack.

Otto, J.W., Wyllie, P.J., 1993. Relationships between silicate melts and carbonate precipitating melts in CaO-MgO-SiO₂-CO₂-H₂O at 2 Kbar. *Mineralogy and Petrology* 48: 343-365.

Palmieri, M., Ferrari, A.J.D., Brod, J.A., Barbosa, P.A.R., 2006. Geologia da mina de fosfato da Copebrás no Complexo Foscorítico-Carbonatítico de Catalão I. In: 43 Congresso Brasileiro de Geologia. Sociedade Brasileira de Geologia, Aracaju, Brazil (CD-ROM).

Panina, L.I., 2005. Multiphase carbonate-salt immiscibility in carbonatite melts: data on melt inclusions from the Krestovskiy massif minerals (Polar Siberia). *Contributions to Mineralogy and Petrology* 150: 19-36.

Panina, L.I., Motorina, I.V., 2008. Liquid immiscibility in deep-seated magmas and the generation of carbonatite melts. *Geochemistry International* 46(5): 448-464.

Petrov, S.V., 2004. Economic deposits associated with the alkaline and ultrabasic complexes of the Kola Peninsula. In: *Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province* (F. Wall and A.N. Zaitsev, editors) Mineralogical Society Series, pp 469-490.

Platt, R.G., Mitchell, R.H., 1979. The Marathon dikes. I: Zirconium-rich titanian garnets and manganoan magnesian ulvospinel-magnetite spinels. *American Mineralogist* 64: 546-550.

Prins, P., 1973. Apatite from African carbonatites. *Lithos* 6: 133-144.

Prowatke, S., Klemme, S., 2006. Trace element partitioning between apatite and silicate melts. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70: 4513-4527.

Reguir, E.P., Chakhmouradian, A.R., Halden, N.M., Yang, P., Zaitsev, A.N., 2008. Early magmatic and reaction-induced trends in magnetite from the carbonatites of Kerimasi, Tanzania. *Canadian Mineralogist* 46: 879-900.

Ribeiro, C.C., Brod, J.A., Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Petrinovic, I.A., 2005. Mineralogical and field aspects of magma-fragmentation deposits in a carbonate-phosphate magma chamber: evidence from the Catalão I Complex, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 18: 355-369.

Ribeiro, C.C., 2008. *Geologia, geometalurgia, controles e gênese dos depósitos de fósforo, terras raras e titânio do complexo carbonatítico Catalão I, GO*. Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 473p.

Russell, H.D., Hiemstra, S.A., Groeneveld, D., 1954. The mineralogy and petrology of the carbonatite at Loolekop, Eastern Transvaal. *Transactions of the Geological Society of South Africa* 57: 197-208.

Sandvik, P.O., Erdosh, G., 1977. Geology of the Cargill phosphate deposit in northern Ontario. *Canadian Mining and Metallurgical Bulletin* 69: 90-96.

Santos, R.V., Clayton R.N., 1995. Variations of oxygen and carbon isotopes in carbonatites: a study of Brazilian alkaline complexes. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59: 1339-1352.

Seer, H.J., Moraes, L.C., 1988. Estudo petrográfico das rochas ígneas alcalinas da região de Lagoa Formosa, MG. *Revista Brasileira de Geociências* 18: 134-140.

Seer, H.J., Moraes, L.C.M., Fogaça A.C.C., 1989. Roteiro geológico para a região de Lagoa Formosa-Chumbo-Carmo do Paranaíba, MG. Sociedade Brasileira de Geologia, Belo Horizonte, Brazil, 58pp.

Sgarbi, P.B.A., Valença, J.G., 1993. Kalsilite in Brazilian kamafugitic rocks. *Mineralogical Magazine* 57: 165-171.

Sgarbi, P.B.A., Valença J.G., 1994. Mineral and rock chemistry of the Mata da Corda kamafugitic rocks (MG State, Brazil). *International Symposium on the Physics and Chemistry of the Upper Mantle*. CPRM/FAPESP, São Paulo, Brazil.

Sgarbi, P.B.A., Gaspar, J.C., 1995. Perovskites from the Mata da Corda kamafugites, MG, Brazil. *6th International Kimberlite Conference*. Novosibirsk, Russia, pp. 498-499.

Sgarbi, P.B.A., Heanman, L.M., Gaspar, J.C., 2004. U–Pb perovskite ages for brazilian kamafugitic rocks: further support for a temporal link to a mantle plume hotspot track. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 715-724.

Silva A.B., Marchetto M., Souza O.M., 1979. Geologia do complexo carbonatítico de Araxá (Barreiro), MG. *Mineração e Metalurgia* 415: 14-18.

Simandl G. J., Jones P. C., Rotella M., 2001. Blue River carbonatites, British Columbia – primary exploration targets for tantalum. *Exploration and Mining in British Columbia*, 73-82.

Sokolov, S. V., 1983. The genetic unit of the apatite-magnetite ores and carbonatites in alkali-ultrabasic intrusions. *Geochemistry International* 20: 86-98.

Sokolov, S.V., 1985. Carbonates in ultramafite, alkali-rock, and carbonatite intrusions. *Geochemistry International* 22: 150-166.

Sommerauer, J., Katz-Lehnert, K., 1985. A new partial substitution mechanism of $\text{CO}_3^{2-}/\text{CO}_3\text{OH}^{3-}$ and SiO_4^{4-} for the PO_4^{3-} group in hidroxyapatite from the Kaiserstuhl alkaline complex (SW-Germany). *Contributions to Mineralogy and Petrology* 91: 360-368.

Sonoki, I.K., Garda, G.M., 1988. Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil Meridional e Paraguai Oriental: compilação e adaptação as novas constantes de decaimento. *Boletim IG-USP Série Científica* 19: 63-85.

Stoppa, F., Cundari, A., 1995. A new Italian carbonatite occurrence at Cupaello (Rieti) and its genetic significance. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 122: 275-288.

Streckeisen, A., 1980. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic Rocks. IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Recommendations and Suggestions. *Geologische Rundschau. Internationale Zeitschrift für Geologie* 69: 194–207.

Suk, N.I., 2003. Experimental investigation of fluid-magmatic differentiation of alkaline systems with the connection of carbonatite genesis problem. *Irkutsk-Habarovsk*, pp 115-129.

Taylor H.P., Frechen J., Degens E.T., 1967. Oxygen and carbon isotope studies of carbonatites from the Laacher See District, West Germany and the Alno District, Sweden. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 31: 407-430.

Thivierge, S., Roy, W. D., Chown, E. H., Gauthier, A., 1983. Evolution of the alkaline complex of St-Honore (Quebec) after its formation. *Mineralium Deposita* 18 (2): 267-283.

Thompson R. N., Dickin A. P., Gibson I. L., Morrison M. A. 1982. Elemental fingerprints of isotopic contamination of hebridean Palaeocene mantle-derived magmas by archaean sial. *Contr. Min. Petrol*, 79, 159-168.

Thompson, R.N., Morrison, M.A., Hendry, G.L., Parry, S.J., 1984. An assessment of the relative roles of crust and mantle in magma genesis: an elemental approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A310*: 549-590.

Thompson R.N., Gibson S.A., Mitchell J.G., Dickin A.P., Leonardos O.L., Brod J.A., Greenwood J.C., 1998. Migrating Cretaceous-Eocene magmatism in the Serra do Mar alkaline province, SE Brazil: Melts from the deflected Trindade mantle plume? *Journal of Petrology* 39: 1493-1526.

Thompson, R.N., Smith, P.M., Gibson, S.A., Matthey, D.P., Dickin, A.P., 2002. Ankerite carbonatite from Swartbooisdrif, Namibia: the first evidence for magmatic ferrocarbonatite. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 143: 377-395.

Tolstikhin, I.N., Kamensky, I.L., Marty, B., Nivin, V.A., Vetrin, V.R., Balaganskaya, E.G., Ikorsky, S.V., Gannibal, M.A., Weiss, D., Verhulst, A., Demaiffe, D., 2002. Rare gas isotopes and parent trace elements in ultrabasic-alkaline-carbonatite complexes, Kola Peninsula: identification of lower mantle plume component. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 66: 881-901.

Toyoda K., Horiuchi H., Tokonami M., 1994. Dupal anomaly of Brazilian carbonatites - geochemical correlations with hotspots in the South-Atlantic and implications for the mantle source. *Earth and Planetary Science Letters* 126: 315-331.

Traversa, G., Gomes, C. B., Brotzu, P., Buraglini, N., Morbidelli, L., Principato, M. S., Ronca, S., Ruberti, E., 2001. Petrography and mineral chemistry of carbonatites and mica-rich rocks from the Araxá complex (Alto Paranaíba Province, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 73: 71-98.

Tröger E., 1928. Alkaligesteine aus der Serra do Salitre im westlichen Minas Geraes, Brasilien. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abt A*: 202-204.

Tröger, W.E., 1935. *Speziell Petrographie der Eruptivegesteine – Ein nomenklatur-Kompendium*. Verlag der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft. Berlin.

Ulbrich H.H.G.J., Gomes C.B., 1981. Alkaline rocks from continental Brazil. *Earth Science Reviews* 17: 135-154.

Ulrych, J., Povondra, P., Pivec, E., Rutsek, J., Sitek, J., 1994. Compositional evolution of metasomatic garnet in melilitic rocks of the Osecna complex, Bohemia. *Canadian Mineralogist* 32: 637-647.

VanDecar J.C., James D.E., Assumpção M., 1995. Seismic evidence for a fossil mantle plume beneath South America and implications for plate driving forces. *Nature*, 378: 25-31.

Veksler, I. V., Petibon, C., Jenner, G. A., Dorfman, A. M. and Dingwell, D. B., 1998. Trace element partitioning in immiscible silicate-carbonate liquid systems: an initial experimental study using a centrifuge autoclave. *Journal of Petrology* 39: 2095-2104.

Veksler, I. V., Dorfman, A. M., Kamenetsky, M., Dulski, P., Dingwell, D. B., 2005. Partitioning of lanthanides and Y between immiscible silicate and fluoride melts, fluorite and cryolite and the origin of the lanthanide tetrad effect in igneous rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 69: 2847-2860.

Verhulst, A., Balaganskaya, E., Kimarsky, Y., Demaiffe, D., 2000. Petrological and geochemical (trace elements and Sr-Nd isotopes) characteristics of the Paleozoic Kovdor ultramafic, alkaline, and carbonatitic intrusion (Kola Peninsula, NW Russia). *Lithos* 51: 1-25.

Vuorinen, J.H., Halenius, U., Whitehouse, M.J., Mansfeld, J., Skelton, A.D.L., 2005. Compositional variations (major and trace elements) of clinopyroxene and Ti-andradite from pyroxenite, ijolite and nepheline syenite, Alno Island, Sweden. *Lithos* 81: 55-77.

Watkinson, D.H., Wyllie, P.J., 1971. Experimental study of the join $\text{NaAlSiO}_4\text{-CaCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ and the genesis of alkali rock-carbonatite complexes. *Journal of Petrology* 12: 357-378.

- Watson, E.B., Green, T.H., 1981. Apatite/liquid partition coefficients for the rare-earth elements and strontium. *Earth and Planetary Science Letters* 56: 405-421.
- Wendlandt, R.F., Harrison, W.J., 1979. Rare Earth partitioning between immiscible carbonate and silicate liquids and CO₂ vapor: results and implications for the formation of light rare earth-enriched rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 69: 409-419.
- Williams, C.T., Wall, F., Woolley, A.R., Phillip, S., 1997. Compositional variation in pyrochlore from the Bingo carbonatite, Zaire. *Journal of African Earth Sciences* 25:137-145.
- Wyllie, P.J., 1989. Origin of carbonatites – evidence from phase equilibrium studies. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 500-545.
- Wyllie, P.J., Lee W.J., 1998. Model system controls on conditions for formation of magnesiocarbonatite and calciocarbonatite magmas from the mantle. *Journal of Petrology* 39: 1885-1894.
- Wyllie, P.J., Lee W.J., 1999. Kimberlites, carbonatites, peridotites and silicate-carbonate liquid immiscibility explained in parts of the system CaO-(Na₂O+K₂O)-(MgO+FeO)-(SiO₂+Al₂O₃)-CO₂. *Proceedings of the 7th International Kimberlite Conference*, p. 923-932.
- Woolley A.R., 1987. *Alkaline Rocks and Carbonatites of the World. Part 1: North and South America*. London, British Museum/University of Texas Press. 216p.
- Woolley A.R., Kempe D.R.C., 1989. Carbonatites: nomenclature, average chemical compositions, and element distribution. In K. Bell (Ed.) *Carbonatites: genesis and evolution*. London, Unwin Hyman, 1-14.
- Woolley, A.R., Kjarsgaard, B.A., 2008. Paragenetic types of carbonatite as indicated by the diversity and relative abundances of associated silicate rocks: evidence from a global database. *Canadian Mineralogist* 46: 741 - 752.
- Yang, Z., Woolley, A.R., 2006. Carbonatites in China: a review. *Journal of Asian Earth Sciences* 27: 559-575.
- Yegorov, L.S., 1993. Phoscorites of the Maymecha-Kotuy ijolite-carbonatite association. *International Geology Review* 35: 346-358.
- Yuhara M., Hirahara Y., Nishi N., Kagami H., 2005. Rb-Sr, Sm-Nd of the Phalaborwa Carbonatite Complex, South Africa. *Polar Geosciences* 18:101-113.

Zaitsev A., Bell K., 1995. Sr and Nd isotope data of apatite, calcite and dolomite as indicators of source, and the relationships of phosphates and carbonatites from the Kovdor massif, Kola peninsula, Russia. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 121: 324-335.

Zurevinski, S.E., Mitchell, R.H., 2004. Extreme compositional variation of pyrochlore-group minerals at the Oka carbonatite complex, Quebec: Evidence of Magma Mixing?: *Canadian Mineralogist* 42: 1159-1168.

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Análise modal de rocha do complexo de Salitre.

Anexo B – Análises de rocha total do complexo de Salitre – elementos maiores.

Anexo C - Análises de rocha total do complexo de Salitre – elementos traço e terras raras.

Anexo D – Análises de isótopos estáveis (C-O) em carbonatitos e foscoritos do complexo de Salitre.

Anexo E – Análises de isótopos radiogênicos (Sr-Nd) em rochas do complexo de Salitre.

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre.

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre.

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre.

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre.

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre.

Anexo K – Análises de perovskita de rochas do complexo de Salitre.

Anexo L – Análises de titanita de rochas do complexo de Salitre.

Anexo M – Análises de melanita de rochas do complexo de Salitre.

Anexo N – Análises de pirocloro de rochas do complexo de Salitre.

| Amostra | FVL175 | FVL72.2 | FVL68 | 210.5 | 289 | 296A | 315.5 | 366D1 | FSALT81 | FSALT105A | FSALT89.3A | FSALT90.7 |
|-------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-----------|------------|-----------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb |
| Unidade | b1a | b1a | b1a | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 43.0 | 2.5 | 52.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| diopsídio | 0.0 | 16.5 | 10.0 | 30.9 | 49.9 | 66.9 | 18.4 | 62.1 | 41.9 | 47.3 | 55.6 | 39.0 |
| flogopita | 10.2 | 46.3 | 17.1 | 41.6 | 29.3 | 13.9 | 39.4 | 20.8 | 19.0 | 4.2 | 16.4 | 33.9 |
| carbonato | 0.0 | 0.1 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 0.0 |
| apatita | 0.0 | 0.1 | 0.8 | 2.9 | 0.3 | 2.7 | 34.1 | 6.5 | 21.9 | 8.2 | 7.1 | 9.0 |
| magnetita | 13.7 | 11.4 | 9.5 | 17.8 | 0.0 | 14.1 | 8.1 | 1.5 | 6.0 | 18.9 | 8.0 | 10.8 |
| perovskita | 33.1 | 23.1 | 6.9 | 6.7 | 20.5 | 2.3 | 0.0 | 8.7 | 11.2 | 19.9 | 12.9 | 6.5 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG.

| Amostra | FD01 | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------|---------|---------|---------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | FVL129B | FVL95.7 | FVL85.4 | FVL99.3 | 105A | FD01 105B | 211.5A | 212.5 | 318 | 327B | 333.4 | FSALT94.7 |
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb |
| Unidade | b1b | b1b | b1b | b1b | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| diopsídio | 57.9 | 59.7 | 46.9 | 49.9 | 36.8 | 17.4 | 25.5 | 22.4 | 10.2 | 35.3 | 25.4 | 7.1 |
| flogopita | 3.0 | 7.6 | 19.4 | 6.0 | 47.8 | 45.6 | 33.4 | 15.3 | 44.7 | 19.9 | 41.9 | 34.5 |
| carbonato | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 0.0 | 4.3 | 0.0 | 2.9 | 0.3 | 0.0 | 5.8 |
| apatita | 9.7 | 8.3 | 3.1 | 23.6 | 7.5 | 7.8 | 19.1 | 28.0 | 3.1 | 3.1 | 10.8 | 14.0 |
| magnetita | 12.5 | 7.5 | 5.8 | 8.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| perovskita | 16.9 | 16.9 | 24.9 | 10.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 13.1 | 0.0 | 0.9 | 2.8 | 0.0 | 1.4 | 3.7 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.6 | 16.2 | 17.7 | 33.3 | 36.2 | 40.5 | 20.5 | 34.9 |
| pirocloro | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | FSALT96 | FSALT58 | FSALT49.8A | FVL109A | FVL109D | FVL109E | 3E68-37A | 211.5B | 320.5 | 366D2 | FVL129C | 3M68-58 |
|----------------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|----------|--------|-------|-------|---------|---------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb |
| Unidade | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2b |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| diopsídio | 30.5 | 12.2 | 20.1 | 7.8 | 14.5 | 14.8 | 54.2 | 21.6 | 2.8 | 14.9 | 32.5 | 43.8 |
| flogopita | 30.0 | 68.2 | 23.7 | 23.6 | 33.6 | 29.6 | 6.0 | 50.1 | 48.5 | 31.8 | 40.2 | 9.7 |
| carbonato | 1.4 | 2.7 | 2.5 | 3.2 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 9.1 | 0.6 | 1.9 | 0.0 |
| apatita | 2.8 | 4.2 | 4.0 | 2.3 | 4.8 | 9.9 | 8.9 | 4.9 | 11.4 | 0.6 | 7.5 | 2.9 |
| magnetita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.4 | 1.0 | 2.3 | 20.3 | 5.0 | 7.2 |
| perovskita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 14.1 | 1.2 | 1.1 | 5.7 | 6.3 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 1.6 | 1.4 | 1.5 | 5.4 | 11.3 | 1.2 | 26.1 | 6.6 | 36.5 |
| melanita | 35.4 | 12.6 | 49.7 | 61.5 | 43.4 | 43.8 | 0.0 | 9.9 | 23.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | 281 | 282A | 282B | 285 | 296B | 321.5 | 327A | 413.6 | FVL111D1 | FVL111D2 | 09B-50 | 20B-94 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|--------|--------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | carb | carb |
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | c1 | c1 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 |
| diopsídio | 21.2 | 8.2 | 30.3 | 40.1 | 23.6 | 24.0 | 35.7 | 20.3 | 45.5 | 16.4 | 0.0 | 0.0 |
| flogopita | 53.0 | 76.3 | 41.5 | 0.0 | 36.2 | 48.6 | 42.7 | 48.1 | 23.1 | 74.3 | 5.6 | 8.0 |
| carbonato | 0.4 | 0.0 | 1.3 | 9.9 | 0.0 | 0.0 | 4.7 | 1.5 | 5.5 | 1.7 | 79.8 | 70.9 |
| apatita | 4.4 | 5.4 | 11.4 | 41.6 | 4.8 | 5.6 | 12.6 | 5.0 | 15.0 | 0.9 | 10.8 | 8.9 |
| magnetita | 1.8 | 0.5 | 2.9 | 6.1 | 17.9 | 12.6 | 1.2 | 2.7 | 9.0 | 5.4 | 0.0 | 7.0 |
| perovskita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 9.1 | 9.4 | 11.6 | 2.3 | 12.5 | 9.3 | 1.1 | 9.6 | 1.9 | 1.3 | 0.0 | 0.0 |
| melanita | 10.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 12.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.8 | 3.9 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirita | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | 5A-36A1 | ASL016 | ASL019 | ASL031 | ASL033 | ASL034 | ASL036 | ASL040 | ASL042 | ASL043 | 34B-65B | ASL024 |
|-------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c2 | c2 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| diopsídio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| flogopita | 1.2 | 1.0 | 0.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | traços | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 2.4 | 3.0 |
| carbonato | 75.2 | 86.0 | 96.0 | 78.0 | 82.0 | 88.0 | 95.0 | 84.0 | 97.0 | 81.0 | 85.1 | 86.0 |
| apatita | 4.1 | 10.0 | 4.0 | 11.0 | 9.0 | 8.0 | 2.0 | 13.0 | 2.0 | 16.0 | 1.3 | 1.0 |
| magnetita | 0.0 | traços | 0.0 | 5.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | traços | 0.0 | 0.0 | 11.3 | 10.0 |
| perovskita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 5.0 | 3.0 | traços | 3.0 | 2.0 | 2.0 | traços | 2.0 | traços | 2.0 | 0.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | traços | traços | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirita | 8.5 | traços | traços | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | ASL027 | ASL029 | ASL030 | ASL037 | ASL038 | FF05 49B | FSALT87 | FSALT78.4B | 09A-60B | 10A-41A | 10A-41B | 10A-77B |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.7 | 31.3 | 18.5 | 0.0 |
| diopsídio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| flogopita | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | traços | 0.0 | traços | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.3 | 5.8 |
| carbonato | 80.0 | 100.0 | 100.0 | 83.0 | 92.0 | 95.0 | 97.0 | 95.0 | 93.8 | 31.3 | 64.6 | 85.6 |
| apatita | 17.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 6.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 27.5 | 12.8 | 0.0 |
| magnetita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | traços | 0.0 | 1.0 | 0.6 | 8.9 | 3.7 | 0.0 |
| perovskita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | traços | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços | 0.0 | 2.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.6 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | 34A-144B | 34B-65A | 66B-96 | ASL010 | ASL011 | ASL014 | ASL015 | ASL017 | ASL020 | ASL022 | ASL023 |
|-------------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | |
| olivina | 0.9 | 0.0 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| diopsídio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| flogopita | 4.0 | 3.0 | 7.6 | 0.0 | traços | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 1.0 | 4.0 | 3.0 |
| carbonato | 92.1 | 66.2 | 46.6 | 100.0 | 98.0 | 74.0 | 61.0 | 87.0 | 95.0 | 73.0 | 81.0 |
| apatita | 2.9 | 27.3 | 36.2 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 16.0 | 10.0 | 0.0 | 15.0 | 10.0 |
| magnetita | 0.0 | 3.2 | 6.5 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 5.0 | 0.0 | traços | 8.0 | 4.0 |
| perovskita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | traços | 0.0 | traços | traços | 1.0 | traços | traços |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços | 0.0 | traços | traços | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 2.0 | 15.0 | 1.0 | 3.0 | traços | 2.0 |
| pirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços | traços | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | ASL025 | ASL026 | ASL028 | ASL032 | ASL039 | ASL041 | FF05 49A | 210 | 219 | 225 | 228 | 235.5 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 15.0 | 1.0 | 0.0 | 8.0 | 0.0 | 10.0 | 0.0 | 3.0 | 5.0 | 3.0 | 0.0 | 3.0 |
| diopsídio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| flogopita | 5.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 0.0 | 7.0 | 2.7 | traços | 3.0 | 3.0 | 8.0 | 2.0 |
| carbonato | 39.0 | 85.0 | 72.0 | 65.0 | 97.0 | 35.0 | 90.2 | 85.0 | 86.0 | 86.0 | 78.0 | 91.0 |
| apatita | 20.0 | 7.0 | 10.0 | 20.0 | 3.0 | 20.0 | 1.9 | 7.0 | 3.0 | 2.0 | 10.0 | 3.0 |
| magnetita | 20.0 | traços | 11.0 | 3.0 | 0.0 | 28.0 | 5.3 | 3.0 | 2.0 | 4.0 | 2.0 | 0.0 |
| perovskita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 1.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | traços | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | traços | 3.0 | traços | traços | traços | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | 2.0 | 0.5 |
| pirita | 0.0 | traços | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.5 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | 238 | 251A | 251B | 257.5A | 257.5B | 277.2A1 | 277.2B | 290 | 290B | 292D1 | 292D2 | 385 |
|-------------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 0.0 | 2.0 | traços | 0.0 | traços | 0.0 | 0.0 | 3.0 | traços | 7.0 | 0.0 | 3.0 |
| diopsídio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| flogopita | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 6.7 | 1.0 | 5.0 | 2.0 | 6.0 | 0.0 | traços |
| carbonato | 80.0 | 72.0 | 82.0 | 87.0 | 92.0 | 65.7 | 85.0 | 63.0 | 90.0 | 54.0 | 99.0 | 92.0 |
| apatita | 16.0 | 18.0 | 13.0 | 12.0 | 4.0 | 12.9 | 8.0 | 25.0 | 6.0 | 20.0 | 1.0 | 2.0 |
| magnetita | 0.5 | 7.0 | 2.0 | traços | 2.0 | 14.4 | 3.0 | 4.0 | 1.0 | 10.0 | 0.0 | 3.0 |
| perovskita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirita | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | 442.8 | 446.6 | 456.4 | 469.6 | 472 | 475.8 | 476.6 | 479.5 | 492 | FSALT49.8B | FVL184 | FVL145C |
|-------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|------------|--------|---------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 0.0 | 12.0 | 0.0 | traços | 0.0 | 0.0 | 12.0 | traços | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| diopsídio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| flogopita | 0.0 | 5.0 | 8.0 | traços | 10.0 | 6.0 | 4.0 | 4.0 | 1.0 | 3.0 | 12.0 | 4.9 |
| carbonato | 80.0 | 57.0 | 81.0 | 87.0 | 82.0 | 86.0 | 72.0 | 93.0 | 91.0 | 69.0 | 56.0 | 88.5 |
| apatita | 12.0 | 18.0 | 6.0 | 10.0 | 7.0 | 6.0 | 4.0 | 1.0 | 4.0 | 20.0 | 18.0 | 6.6 |
| magnetita | 5.0 | 8.0 | 3.0 | 2.5 | 0.0 | 1.0 | 4.0 | 1.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| perovskita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 6.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | traços | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 4.0 | 1.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirita | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | FVL93.8 | SF102.4D1 | 10A-77A | 277.2A2 | 277.2A3 | 407D1 | 407D2 | 407D3 | ASL012 | ASL013 | FVL121.8 | SF101.5D1 |
|-------------|---------|-----------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|--------|--------|----------|-----------|
| Rocha | carb | carb | apat | nels | magnt | ilm | ilmnels | ilm | carb | carb | carb | fosc |
| Unidade | c3 | c3 | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | d4 | d4 | d4 | p1 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 29.5 |
| diopsídio | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| flogopita | 6.4 | 0.0 | 2.4 | 11.8 | 4.3 | 31.1 | 40.9 | 38.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.3 |
| carbonato | 75.1 | 99.0 | 30.7 | 41.4 | 19.6 | 17.1 | 1.9 | 11.5 | 97.0 | 97.0 | 97.4 | 0.9 |
| apatita | 0.5 | 0.0 | 65.1 | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 26.2 | 8.7 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 40.0 |
| magnetita | 4.5 | 1.0 | 0.0 | 37.3 | 67.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.2 |
| perovskita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 2.6 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços | 0.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços | traços | 0.0 |
| pirita | 4.0 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | traços | 3.0 | 2.6 | 0.0 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 51.8 | 30.9 | 41.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | SF101.7 | SF102.4D2 | SF103 | SF104.2 | 09A-60A | 37B-65A | 37B-65B | FVL145A | SAL-2 | SAL-3 | SAL-3C | SAL-3D |
|-------------|---------|-----------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|
| Rocha | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | sien | sien | sien | sien |
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p2 | p2 | p2 | p2 | s1 | s1 | s1 | s1 |
| Mineral (%) | | | | | | | | | | | | |
| olivina | 34.6 | 25.0 | 0.0 | 25.5 | 30.5 | 21.8 | 31.0 | 17.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| aegirina | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 57.6 | 49.7 | 45.3 | 44.8 |
| flogopita | 13.0 | 30.0 | 8.7 | 22.7 | 2.6 | 1.0 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| carbonato | 0.0 | 0.0 | 5.4 | 2.7 | 17.5 | 0.4 | 12.6 | 23.3 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 |
| apatita | 41.8 | 37.0 | 45.6 | 40.0 | 12.3 | 28.9 | 22.8 | 32.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| magnetita | 8.5 | 3.0 | 14.3 | 9.1 | 37.0 | 40.0 | 23.3 | 26.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| perovskita | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| titanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 3.5 | 5.7 | 1.9 |
| melanita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirocloro | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 6.6 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| zirconolita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| clinohumita | 0.0 | 0.0 | 24.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| calcopirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirrotita | 0.0 | 5.0 | 0.0 | traços | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| pirita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| KF | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 39.9 | 46.8 | 47.5 | 53.3 |
| ilmenita | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Anexo A – Análise modal de rochas do complexo de Salitre, MG (continuação).

| Amostra | FVL175 | FVL72.2 | FVL68 | 210.5 | 315.5 | FSALT81 | FSALT105A | FSALT89.3A | FVL129B | FVL95.7 | FVL85.4 | FVL99.3 |
|------------------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|---------|-----------|------------|---------|---------|---------|---------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb |
| Unidade | b1a | b1a | b1a | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b |
| Laboratório | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME |
| Elemento (%) | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 16.64 | 24.57 | 33.46 | 30.46 | 22.95 | 38.83 | 31.41 | 31.68 | 31.24 | 33.03 | 32.43 | 26.26 |
| TiO ₂ | 21.97 | 16.03 | 6.06 | 6.22 | 2.68 | 3.02 | 7.33 | 8.50 | 9.61 | 5.65 | 8.55 | 3.07 |
| Al ₂ O ₃ | 0.48 | 5.38 | 1.41 | 4.90 | 3.09 | 1.01 | 0.42 | 1.78 | 0.84 | 1.00 | 2.02 | 0.33 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 24.16 | 21.10 | 17.42 | 11.13 | 10.97 | 12.38 | 17.13 | 17.31 | 19.57 | 14.94 | 16.32 | 22.81 |
| MnO | 0.30 | 0.17 | 0.28 | 0.20 | 0.26 | 0.14 | 0.19 | 0.24 | 0.22 | 0.16 | 0.17 | 0.44 |
| MgO | 19.61 | 12.60 | 31.31 | 15.27 | 11.73 | 13.60 | 10.52 | 10.22 | 10.50 | 11.44 | 11.30 | 9.32 |
| CaO | 14.80 | 12.93 | 6.72 | 13.95 | 26.05 | 23.55 | 24.66 | 22.68 | 22.84 | 25.25 | 21.08 | 25.78 |
| Na ₂ O | 0.11 | 0.16 | 0.09 | 0.38 | 0.16 | 0.39 | 0.30 | 0.41 | 0.28 | 0.27 | 0.37 | 0.13 |
| K ₂ O | 0.51 | 4.72 | 1.38 | 4.43 | 3.63 | 0.81 | 0.26 | 1.43 | 0.55 | 0.70 | 2.25 | 0.54 |
| P ₂ O ₅ | 0.04 | 0.24 | 0.13 | 2.72 | 12.12 | 4.13 | 5.78 | 3.21 | 3.40 | 6.27 | 3.59 | 9.32 |
| BaO | 0.02 | 0.24 | 0.07 | 0.21 | 0.23 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.08 | 0.03 |
| SrO | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 0.22 | 0.42 | 0.14 | 0.20 | 0.23 | 0.21 | 0.20 | 0.21 | 0.22 |
| LOI | 0.40 | 1.30 | 1.10 | 9.80 | 4.50 | 1.90 | 1.40 | 2.10 | 0.30 | 0.90 | 1.60 | 1.00 |
| TOTAL | 99.19 | 99.59 | 99.48 | 99.89 | 98.79 | 99.95 | 99.63 | 99.86 | 99.59 | 99.83 | 99.97 | 99.25 |
| CO ₂ | 0.51 | 0.84 | 0.55 | 8.03 | 3.85 | 0.88 | 0.99 | 1.06 | 0.37 | 0.59 | 1.14 | 1.28 |
| S | 0.08 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.11 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.49 |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores.

| Amostra | FD01 105B | 327B | 333.4 | FSALT96 | FSALT49.8A | FVL109D | FVL109E | 3E68-37A | 211.5B | FVL129C | 3M68-58 | 281 |
|------------------------------------|-----------|-------|-------|---------|------------|---------|---------|----------|--------|---------|---------|-------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb |
| Unidade | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2a | b2a | b2a | b2b | b2b |
| Laboratório | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME |
| SiO ₂ | 33.72 | 30.98 | 32.14 | 32.86 | 33.94 | 33.89 | 33.78 | 33.26 | 31.86 | 29.48 | 38.28 | 35.94 |
| TiO ₂ | 4.68 | 4.14 | 4.30 | 6.49 | 6.90 | 4.73 | 5.63 | 6.37 | 5.09 | 4.06 | 8.63 | 5.66 |
| Al ₂ O ₃ | 5.96 | 1.61 | 4.33 | 4.48 | 2.07 | 4.30 | 3.68 | 1.22 | 4.21 | 3.42 | 0.67 | 4.26 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 14.68 | 14.57 | 14.74 | 17.15 | 16.27 | 16.30 | 16.43 | 18.02 | 13.40 | 15.54 | 20.41 | 18.02 |
| MnO | 0.20 | 0.25 | 0.23 | 0.25 | 0.19 | 0.30 | 0.29 | 0.25 | 0.28 | 0.18 | 0.33 | 0.31 |
| MgO | 11.49 | 8.99 | 10.18 | 9.29 | 7.05 | 9.35 | 8.42 | 9.56 | 10.92 | 12.31 | 5.96 | 9.15 |
| CaO | 16.04 | 25.50 | 19.20 | 19.60 | 26.27 | 20.85 | 22.25 | 23.06 | 19.46 | 21.35 | 19.61 | 14.64 |
| Na ₂ O | 0.31 | 0.31 | 0.43 | 0.27 | 0.30 | 0.44 | 0.47 | 0.65 | 0.36 | 0.36 | 2.05 | 0.93 |
| K ₂ O | 5.21 | 2.01 | 4.06 | 4.07 | 1.50 | 3.67 | 3.21 | 0.69 | 4.38 | 3.12 | 0.45 | 4.55 |
| P ₂ O ₅ | 4.33 | 8.06 | 5.34 | 2.90 | 2.97 | 3.78 | 3.30 | 4.69 | 4.85 | 8.20 | 1.62 | 3.53 |
| BaO | 0.21 | 0.04 | 0.13 | 0.11 | 0.05 | 0.11 | 0.12 | 0.04 | 0.13 | 0.11 | 0.03 | 0.08 |
| SrO | 0.17 | 0.22 | 0.17 | 0.12 | 0.12 | 0.17 | 0.17 | 0.29 | 0.29 | 0.24 | 0.32 | 0.13 |
| LOI | 3.00 | 2.40 | 4.20 | 2.20 | 1.70 | 1.90 | 2.00 | 1.70 | 4.50 | 1.60 | 1.10 | 2.40 |
| TOTAL | 100.00 | 99.08 | 99.45 | 99.78 | 99.34 | 99.79 | 99.74 | 99.81 | 99.73 | 99.98 | 99.47 | 99.59 |
| CO ₂ | 0.88 | 0.88 | 1.80 | 1.06 | 0.59 | 0.77 | 1.28 | 1.17 | 3.15 | 1.10 | 0.95 | 0.99 |
| S | 0.02 | 0.22 | 0.01 | 0.01 | 0.11 | 0.01 | 0.01 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.85 | 0.12 |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores (continuação).

| Amostra | 282B | 296B | 327A | 413.6 | FVL111D1 | 09B-50 | 20B-94 | 5A-36A1 | ASL016 | ASL019 | ASL031 | ASL033 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 |
| Laboratório | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | Durham | Durham | Durham | Durham |
| SiO ₂ | 34.42 | 32.46 | 35.78 | 33.56 | 30.45 | 0.00 | 1.63 | 0.08 | 0.52 | 0.12 | 0.33 | 0.38 |
| TiO ₂ | 5.75 | 4.66 | 1.85 | 5.21 | 3.89 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.08 | 0.07 |
| Al ₂ O ₃ | 3.18 | 2.74 | 6.99 | 4.25 | 3.72 | 0.00 | 0.44 | 0.00 | 0.09 | 0.15 | 0.32 | 0.22 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 17.38 | 15.44 | 15.00 | 15.66 | 15.33 | 0.70 | 1.08 | 0.94 | 2.04 | 1.74 | 3.43 | 4.22 |
| MnO | 0.24 | 0.30 | 0.35 | 0.35 | 0.24 | 0.21 | 0.21 | 0.30 | 0.25 | 0.26 | 0.19 | 0.22 |
| MgO | 8.87 | 10.97 | 11.69 | 11.40 | 14.25 | 21.37 | 15.86 | 22.47 | 18.58 | 19.37 | 14.88 | 17.24 |
| CaO | 17.30 | 20.57 | 13.49 | 16.61 | 17.59 | 34.50 | 36.92 | 32.69 | 30.00 | 31.03 | 35.40 | 30.91 |
| Na ₂ O | 0.77 | 0.35 | 0.39 | 0.55 | 0.31 | 0.02 | 0.07 | 0.03 | 0.10 | 0.03 | 0.19 | 0.49 |
| K ₂ O | 3.75 | 2.75 | 6.37 | 4.88 | 4.23 | 0.00 | 0.45 | 0.05 | 0.10 | 0.06 | 0.05 | 0.05 |
| P ₂ O ₅ | 4.73 | 5.38 | 5.17 | 3.28 | 6.74 | 4.40 | 7.99 | 2.55 | 1.82 | 1.46 | 10.16 | 4.26 |
| BaO | 0.09 | 0.08 | 0.15 | 0.08 | 0.13 | 0.02 | 0.07 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SrO | 0.17 | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.21 | 0.87 | 1.09 | 1.00 | 0.62 | 0.77 | 0.79 | 0.74 |
| LOI | 2.90 | 3.70 | 2.50 | 3.80 | 2.40 | 37.80 | 34.00 | 39.70 | 45.43 | 44.47 | 33.77 | 41.18 |
| TOTAL | 99.55 | 99.58 | 99.92 | 99.82 | 99.49 | 99.89 | 99.83 | 99.84 | 99.58 | 99.48 | 99.60 | 99.98 |
| CO ₂ | 1.14 | 1.72 | 1.32 | 2.60 | 1.43 | 41.59 | 37.52 | 44.89 | 44.96 | 44.16 | 33.44 | 41.11 |
| S | 0.06 | 0.11 | 0.14 | 0.46 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.47 | 0.31 | 0.33 | 0.07 |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores (continuação).

| Amostra | ASL034 | ASL036 | ASL040 | ASL042 | ASL043 | 34B-65B | ASL024 | ASL027 | ASL029 | ASL030 | ASL037 | ASL038 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 |
| Laboratório | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | ACME | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham |
| SiO ₂ | 0.02 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.85 | 0.00 | 0.00 | 0.31 | 0.06 | 0.01 | 0.93 | 0.00 |
| TiO ₂ | 0.01 | 0.01 | 0.30 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.12 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.08 | 0.02 |
| Al ₂ O ₃ | 0.19 | 0.23 | 0.20 | 0.13 | 0.26 | 0.03 | 0.35 | 0.28 | 0.25 | 0.17 | 1.86 | 0.31 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 0.82 | 1.86 | 14.69 | 0.70 | 0.66 | 5.28 | 4.78 | 2.55 | 2.12 | 1.21 | 3.98 | 1.86 |
| MnO | 0.23 | 0.22 | 0.29 | 0.24 | 0.18 | 0.24 | 0.24 | 0.22 | 0.23 | 0.34 | 0.20 | 0.24 |
| MgO | 18.69 | 19.35 | 15.16 | 19.43 | 16.32 | 19.84 | 18.77 | 17.66 | 17.93 | 20.07 | 16.59 | 19.45 |
| CaO | 31.46 | 29.72 | 26.69 | 30.17 | 33.92 | 30.49 | 30.41 | 31.89 | 32.54 | 30.08 | 32.00 | 29.35 |
| Na ₂ O | 0.45 | 0.50 | 0.30 | 0.27 | 0.38 | 0.04 | 0.05 | 0.09 | 0.14 | 0.14 | 0.62 | 0.48 |
| K ₂ O | 0.03 | 0.16 | 0.07 | 0.01 | 0.15 | 0.05 | 0.11 | 0.10 | 0.08 | 0.03 | 0.20 | 0.12 |
| P ₂ O ₅ | 3.27 | 0.66 | 3.36 | 0.43 | 7.37 | 1.30 | 2.18 | 4.78 | 4.24 | 0.12 | 6.88 | 0.36 |
| BaO | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.01 |
| SrO | 0.79 | 0.84 | 0.64 | 0.87 | 0.75 | 0.81 | 0.71 | 0.74 | 0.82 | 1.26 | 0.64 | 0.73 |
| LOI | 43.93 | 46.04 | 36.72 | 47.30 | 38.16 | 41.80 | 42.67 | 41.11 | 38.79 | 47.89 | 36.53 | 46.66 |
| TOTAL | 99.89 | 99.86 | 98.42 | 99.58 | 99.02 | 99.91 | 100.40 | 99.78 | 97.25 | 101.39 | 100.51 | 99.59 |
| CO ₂ | 43.86 | 45.22 | 36.24 | 46.94 | 38.15 | 42.80 | 42.36 | 41.11 | 38.29 | 47.38 | 36.37 | 45.91 |
| S | 0.07 | 0.82 | 0.48 | 0.36 | 0.01 | 0.06 | 0.31 | 0.00 | 0.50 | 0.51 | 0.16 | 0.75 |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores (continuação).

| Amostra | FF05 49B | FSALT87 | 09A-60B | 10A-41A | 10A-41B | 10A-77B | 34A-144B | 66B-96 | ASL010 | ASL011 | ASL014 | ASL015 |
|------------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c2 | c2 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Laboratório | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | Durham | Durham | Durham | Durham |
| SiO ₂ | 0.09 | 0.62 | 0.26 | 6.98 | 3.13 | 0.53 | 0.69 | 0.81 | 0.29 | 0.42 | 0.64 | 1.19 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.56 | 0.25 | 0.04 | 0.00 | 0.16 | 0.01 | 0.01 | 0.08 | 0.05 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.08 | 0.12 | 0.17 | 0.20 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 1.15 | 3.87 | 0.18 | 15.03 | 6.69 | 2.86 | 0.70 | 3.84 | 0.27 | 0.96 | 4.28 | 9.92 |
| MnO | 0.26 | 0.80 | 0.08 | 0.30 | 0.16 | 0.09 | 0.20 | 0.14 | 0.05 | 0.11 | 0.10 | 0.12 |
| MgO | 18.35 | 19.30 | 1.57 | 10.13 | 4.78 | 1.66 | 1.79 | 2.42 | 0.53 | 2.01 | 2.49 | 3.03 |
| CaO | 32.26 | 29.64 | 53.94 | 37.11 | 47.92 | 53.48 | 55.02 | 52.02 | 52.65 | 51.01 | 47.32 | 41.85 |
| Na ₂ O | 0.04 | 0.04 | 0.13 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.23 | 0.07 | 0.12 | 0.08 | 0.12 | 0.10 |
| K ₂ O | 0.04 | 0.00 | 0.11 | 0.08 | 0.05 | 0.12 | 0.20 | 0.23 | 0.01 | 0.05 | 0.07 | 0.05 |
| P ₂ O ₅ | 2.06 | 0.00 | 0.99 | 10.66 | 6.09 | 0.02 | 2.15 | 7.37 | 0.08 | 0.01 | 2.25 | 3.38 |
| BaO | 0.04 | 0.16 | 0.21 | 0.09 | 0.15 | 0.20 | 0.31 | 0.28 | 0.20 | 0.21 | 0.17 | 0.14 |
| SrO | 1.10 | 0.88 | 1.39 | 0.78 | 1.14 | 1.31 | 1.61 | 1.43 | 1.30 | 1.31 | 1.35 | 1.12 |
| LOI | 44.60 | 44.50 | 41.20 | 17.80 | 29.50 | 39.50 | 36.90 | 30.90 | 43.30 | 42.59 | 39.99 | 35.62 |
| TOTAL | 99.99 | 99.82 | 100.06 | 99.69 | 99.90 | 99.85 | 99.85 | 99.67 | 98.90 | 98.88 | 99.03 | 96.77 |
| CO ₂ | 44.41 | 42.91 | 42.36 | 18.18 | 30.52 | 41.88 | 40.60 | 34.74 | 44.45 | 43.28 | 39.83 | 34.71 |
| S | 0.05 | 0.40 | 0.08 | 0.03 | 0.01 | 0.43 | 0.05 | 0.14 | 0.16 | 0.19 | 0.16 | 0.91 |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores (continuação).

| Amostra | ASL017 | ASL018 | ASL020 | ASL022 | ASL023 | ASL025 | ASL026 | ASL028 | ASL032 | ASL035 | ASL039 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Laboratório | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham |
| SiO ₂ | 1.46 | 0.91 | 0.75 | 0.44 | 0.56 | 6.49 | 0.79 | 0.22 | 3.01 | 0.42 | 0.40 |
| TiO ₂ | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.75 | 0.03 | 0.06 | 0.15 | 0.01 | 0.01 |
| Al ₂ O ₃ | 0.10 | 0.39 | 0.27 | 0.25 | 0.24 | 0.47 | 0.19 | 0.29 | 0.29 | 0.19 | 0.15 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 0.75 | 6.40 | 1.79 | 3.22 | 6.90 | 19.77 | 1.64 | 4.74 | 4.73 | 0.66 | 0.54 |
| MnO | 0.12 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.15 | 0.36 | 0.07 | 0.16 | 0.12 | 0.15 | 0.09 |
| MgO | 3.50 | 3.35 | 4.02 | 3.47 | 3.33 | 11.43 | 1.53 | 5.04 | 3.81 | 5.17 | 1.52 |
| CaO | 49.77 | 45.35 | 47.34 | 47.75 | 44.06 | 32.55 | 47.88 | 44.26 | 47.73 | 46.11 | 49.55 |
| Na ₂ O | 0.13 | 0.21 | 0.17 | 0.10 | 0.10 | 0.16 | 0.13 | 0.13 | 0.18 | 0.46 | 0.24 |
| K ₂ O | 0.09 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.33 | 0.11 | 0.10 | 0.16 | 0.01 | 0.01 |
| P ₂ O ₅ | 4.01 | 4.99 | 0.72 | 3.91 | 2.09 | 4.85 | 2.87 | 2.37 | 8.14 | 0.00 | 0.43 |
| BaO | 0.20 | 0.11 | 0.22 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 0.19 | 0.12 | 0.15 | 0.16 | 0.20 |
| SrO | 1.29 | 1.09 | 1.55 | 1.21 | 1.16 | 0.75 | 1.27 | 1.24 | 1.07 | 1.38 | 1.38 |
| LOI | 39.63 | 36.80 | 42.09 | 39.45 | 40.78 | 22.17 | 43.52 | 39.93 | 30.36 | 44.70 | 44.64 |
| TOTAL | 101.06 | 99.84 | 99.17 | 100.14 | 99.60 | 100.19 | 100.22 | 98.66 | 99.91 | 99.42 | 99.16 |
| CO ₂ | 39.54 | 36.55 | 41.81 | 39.36 | 40.49 | 22.17 | 43.24 | 39.54 | 30.23 | 44.63 | 44.45 |
| S | 0.09 | 0.25 | 0.28 | 0.09 | 0.29 | 0.00 | 0.28 | 0.39 | 0.13 | 0.07 | 0.19 |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores (continuação).

| Amostra | ASL041 | FF05 49A | 210 | 219 | 225 | 228 | 235.5 | 251A | 251B | 257.5B | 277.2A1 | 277.2B |
|------------------------------------|--------|----------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|---------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Laboratório | Durham | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME |
| SiO ₂ | 4.69 | 0.16 | 1.19 | 2.21 | 1.63 | 2.64 | 1.50 | 1.28 | 0.56 | 0.99 | 0.17 | 1.00 |
| TiO ₂ | 0.52 | 0.04 | 0.33 | 0.11 | 0.17 | 0.37 | 0.00 | 0.17 | 0.05 | 0.02 | 0.04 | 0.89 |
| Al ₂ O ₃ | 0.23 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.00 | 0.13 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.14 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 13.92 | 3.56 | 9.57 | 2.76 | 3.40 | 6.64 | 0.58 | 11.65 | 4.03 | 1.34 | 0.94 | 16.58 |
| MnO | 0.25 | 0.13 | 0.15 | 0.10 | 0.10 | 0.15 | 0.06 | 0.19 | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 0.26 |
| MgO | 6.83 | 3.12 | 2.50 | 2.72 | 2.11 | 2.95 | 2.03 | 3.56 | 2.57 | 2.16 | 1.27 | 2.05 |
| CaO | 38.43 | 49.50 | 47.30 | 50.93 | 50.38 | 46.47 | 50.96 | 44.22 | 49.65 | 51.45 | 54.89 | 44.28 |
| Na ₂ O | 0.36 | 0.04 | 0.10 | 0.06 | 0.08 | 0.15 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.12 | 0.11 |
| K ₂ O | 0.22 | 0.04 | 0.08 | 0.20 | 0.19 | 0.29 | 0.19 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.26 |
| P ₂ O ₅ | 5.48 | 2.16 | 6.00 | 2.98 | 2.40 | 4.98 | 2.12 | 8.97 | 6.42 | 1.57 | 0.58 | 5.35 |
| BaO | 0.12 | 0.23 | 0.16 | 0.26 | 0.25 | 0.21 | 0.27 | 0.15 | 0.20 | 0.21 | 0.22 | 0.14 |
| SrO | 0.84 | 1.36 | 1.29 | 1.66 | 1.52 | 1.29 | 1.54 | 1.08 | 1.31 | 1.39 | 1.39 | 1.03 |
| LOI | 28.14 | 39.70 | 30.90 | 35.90 | 37.70 | 33.60 | 40.70 | 28.20 | 34.70 | 40.50 | 39.90 | 27.10 |
| TOTAL | 100.03 | 100.07 | 99.57 | 99.97 | 100.01 | 99.78 | 100.00 | 99.84 | 99.86 | 99.96 | 99.79 | 99.19 |
| CO ₂ | 28.13 | 41.92 | 33.75 | 39.76 | 39.43 | 34.89 | 41.19 | 29.28 | 36.94 | 41.92 | 42.58 | 31.00 |
| S | 0.01 | 0.11 | 0.27 | 0.44 | 0.25 | 0.14 | 0.04 | 0.04 | 0.18 | 0.18 | 0.20 | 1.36 |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores (continuação).

| Amostra | 292D1 | 385 | 456.4 | 469.6 | 472 | 475.8 | 476.6 | 479.5 | 492 | FSALT49.8B | FVL184 | FVL145C |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|--------|---------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Laboratório | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME |
| SiO ₂ | 1.00 | 0.54 | 1.81 | 0.37 | 1.82 | 1.34 | 2.14 | 1.29 | 1.36 | 0.71 | 3.12 | 0.07 |
| TiO ₂ | 0.34 | 0.03 | 0.16 | 0.05 | 0.02 | 0.09 | 0.18 | 0.11 | 0.19 | 0.04 | 0.05 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.09 | 0.00 | 0.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 8.65 | 0.98 | 10.70 | 2.29 | 1.59 | 2.37 | 3.51 | 2.40 | 6.40 | 1.19 | 3.10 | 1.46 |
| MnO | 0.18 | 0.06 | 0.14 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.09 | 0.15 | 0.10 |
| MgO | 2.79 | 1.05 | 2.60 | 1.29 | 1.81 | 1.76 | 2.05 | 2.04 | 2.44 | 1.27 | 3.08 | 1.65 |
| CaO | 48.27 | 56.59 | 47.25 | 52.83 | 51.54 | 51.57 | 47.28 | 51.02 | 48.97 | 52.64 | 48.32 | 54.12 |
| Na ₂ O | 0.12 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.11 | 0.18 | 0.10 |
| K ₂ O | 0.19 | 0.08 | 0.49 | 0.07 | 0.48 | 0.24 | 0.33 | 0.17 | 0.16 | 0.23 | 0.86 | 0.11 |
| P ₂ O ₅ | 6.55 | 1.19 | 3.36 | 3.47 | 4.25 | 2.74 | 3.31 | 2.61 | 2.71 | 3.66 | 8.45 | 1.99 |
| BaO | 0.17 | 0.22 | 0.16 | 0.15 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.19 | 0.20 | 0.25 | 0.19 | 0.18 |
| SrO | 1.29 | 1.50 | 1.01 | 0.99 | 1.40 | 1.37 | 1.30 | 1.24 | 1.36 | 1.58 | 1.66 | 1.35 |
| LOI | 29.50 | 37.50 | 31.50 | 38.00 | 36.40 | 37.80 | 39.30 | 38.40 | 36.10 | 37.80 | 30.10 | 38.70 |
| TOTAL | 99.13 | 99.79 | 99.75 | 99.65 | 99.67 | 99.65 | 99.86 | 99.66 | 100.16 | 99.65 | 99.26 | 99.83 |
| CO ₂ | 33.16 | 41.33 | 34.70 | 40.56 | 37.34 | 30.27 | 38.77 | 38.15 | 36.42 | 37.78 | 32.14 | 41.22 |
| S | 0.12 | 0.04 | 0.53 | 0.29 | 0.29 | 0.18 | 0.13 | 0.07 | 0.19 | 0.41 | 0.68 | 0.38 |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores (continuação).

| Amostra | FVL93.8 | 10A-77A | 277.2A2 | 277.2A3 | 407D3 | ASL012 | ASL013 | FVL121.8 | SF101.5D1 | SF101.7 | SF102.4D2 | SF103 |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|----------|-----------|---------|-----------|-------|
| Rocha | carb | apat | nels | magnt | ilm | carb | carb | carb | fosc | fosc | fosc | fosc |
| Unidade | c3 | c3a | c3a | c3a | c3a | d4 | d4 | d4 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Laboratório | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | Durham | Durham | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME |
| SiO ₂ | 1.61 | 0.14 | 1.55 | 2.60 | 4.20 | 1.09 | 0.22 | 0.10 | 14.13 | 17.19 | 11.96 | 10.89 |
| TiO ₂ | 0.15 | 0.00 | 1.92 | 3.38 | 37.86 | 0.08 | 0.17 | 0.00 | 0.70 | 1.07 | 1.20 | 0.70 |
| Al ₂ O ₃ | 0.12 | 0.00 | 0.42 | 0.20 | 0.25 | 0.24 | 0.17 | 0.00 | 1.31 | 0.67 | 1.55 | 1.29 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 3.21 | 0.43 | 42.61 | 49.75 | 25.37 | 2.70 | 3.62 | 3.71 | 7.84 | 9.06 | 8.44 | 10.97 |
| MnO | 0.11 | 0.03 | 0.41 | 0.75 | 1.55 | 0.58 | 0.39 | 0.45 | 0.23 | 0.34 | 0.26 | 0.19 |
| MgO | 2.59 | 0.27 | 2.62 | 4.84 | 9.41 | 11.54 | 18.48 | 19.55 | 15.21 | 19.68 | 12.45 | 9.65 |
| CaO | 51.15 | 55.80 | 24.60 | 20.85 | 11.12 | 35.70 | 25.13 | 27.95 | 32.61 | 26.63 | 29.98 | 32.20 |
| Na ₂ O | 0.07 | 0.14 | 0.13 | 0.06 | 0.03 | 0.39 | 0.10 | 0.05 | 0.14 | 0.11 | 0.12 | 0.19 |
| K ₂ O | 0.41 | 0.00 | 0.44 | 0.53 | 1.17 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 1.53 | 1.16 | 3.07 | 1.84 |
| P ₂ O ₅ | 0.00 | 34.63 | 3.86 | 0.25 | 1.28 | 7.24 | 0.43 | 0.12 | 21.82 | 18.72 | 19.29 | 22.72 |
| BaO | 0.19 | 0.03 | 0.11 | 0.10 | 0.06 | 3.36 | 3.17 | 3.66 | 0.07 | 0.04 | 0.32 | 0.26 |
| SrO | 1.44 | 1.32 | 0.63 | 0.57 | 0.29 | 0.70 | 1.20 | 1.61 | 0.47 | 0.44 | 0.56 | 0.56 |
| LOI | 38.40 | 7.00 | 24.70 | 18.63 | 5.70 | 33.41 | 46.14 | 41.70 | 3.20 | 4.20 | 10.30 | 7.90 |
| TOTAL | 99.45 | 99.79 | 104.01 | 102.52 | 98.29 | 97.07 | 99.25 | 98.90 | 99.26 | 99.30 | 99.50 | 99.36 |
| CO ₂ | 42.51 | 6.82 | 17.66 | 18.43 | 8.68 | 32.27 | 45.95 | 46.17 | 1.87 | 2.16 | 8.46 | 6.08 |
| S | 0.88 | 0.12 | 7.04 | 0.20 | 1.12 | 0.51 | 0.19 | 0.86 | 0.14 | 0.16 | 0.84 | 0.12 |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores (continuação).

| Amostra | SF104.2 | 09A-60A | 37B-65A | 37B-65B | FVL145A | SAL-2 | SAL-3 | SAL-3C | SAL-3D |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Rocha | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | sien | sien | sien | sien |
| Unidade | p1 | p2 | p2 | p2 | p2 | s1 | s1 | s1 | s1 |
| Laboratório | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | Durham | Durham | Durham | Durham |
| SiO ₂ | 14.40 | 12.42 | 10.20 | 8.39 | 5.12 | 51.85 | 54.14 | 41.87 | 60.31 |
| TiO ₂ | 1.08 | 1.39 | 0.85 | 0.77 | 0.09 | 1.06 | 2.76 | 4.82 | 1 |
| Al ₂ O ₃ | 2.91 | 0.16 | 0.16 | 0.11 | 0.51 | 17.96 | 10.3 | 10.36 | 14.51 |
| Fe ₂ O ₃ (T) | 12.48 | 28.80 | 35.07 | 35.75 | 24.59 | 8.97 | 9.72 | 13.18 | 7.2 |
| MnO | 0.20 | 0.61 | 0.60 | 0.55 | 0.36 | 0.14 | 0.17 | 0.19 | 0.09 |
| MgO | 12.56 | 17.61 | 15.55 | 13.09 | 8.65 | 0.61 | 2.82 | 4.04 | 0.69 |
| CaO | 28.48 | 21.19 | 18.95 | 21.12 | 32.26 | 2.1 | 6.67 | 8.61 | 1.74 |
| Na ₂ O | 0.14 | 0.07 | 0.13 | 0.10 | 0.11 | 7.21 | 3.24 | 2.78 | 3.67 |
| K ₂ O | 2.72 | 0.23 | 0.19 | 0.26 | 0.31 | 7.37 | 7.25 | 7.25 | 9.96 |
| P ₂ O ₅ | 19.81 | 10.60 | 13.93 | 14.29 | 17.44 | 0.13 | 0.97 | 1.17 | 0.03 |
| BaO | 0.27 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.09 | 0.41 | 0.17 | 0.29 | 0.23 |
| SrO | 0.51 | 0.38 | 0.32 | 0.34 | 0.56 | 0.30 | 0.13 | 0.23 | 0.08 |
| LOI | 4.00 | 6.10 | 1.85 | 3.35 | 9.40 | 0.46 | 0.75 | 3.8 | 0.35 |
| TOTAL | 99.56 | 99.59 | 97.84 | 98.16 | 99.49 | 99.03 | 99.84 | 102.38 | 100.21 |
| CO ₂ | 2.97 | 6.85 | 1.83 | 3.33 | 9.42 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| S | 0.69 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |

Anexo B – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre - elementos maiores (continuação).

| Amostra | FVL175 | FVL72.2 | FVL68 | 210.5 | 315.5 | FSALT81 | FSALT105A | FSALT89.3A | FVL129B | FVL95.7 | FVL85.4 | FVL99.3 |
|----------------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|-----------|------------|---------|---------|---------|---------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb |
| Unidade | b1a | b1a | b1a | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b |
| Laboratório | ACME | ACME | UnB | ACME | ACME | UnB | UnB | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | | | |
| Ba | 159.2 | 2164.4 | 666.6 | 1861.1 | 2037.2 | 402.1 | 241.8 | 660.4 | 230.8 | 266.0 | 743.5 | 250.7 |
| Rb | 12.3 | 175.5 | 41.6 | 123.6 | 94.7 | 27.0 | 6.7 | 44.7 | 16.4 | 20.8 | 64.9 | 14.1 |
| Sr | 1273.2 | 1274.8 | 424.4 | 1841.6 | 3579.9 | 1197.8 | 1683.0 | 1913.2 | 1804.9 | 1647.8 | 1759.3 | 1878.1 |
| Cs | 0.20 | 1.50 | n.a. | 1.40 | 1.30 | n.a. | n.a. | 0.60 | 0.20 | 0.30 | 1.00 | 0.30 |
| Ga | 15.70 | 22.40 | n.a. | 18.30 | 24.50 | n.a. | n.a. | 13.50 | 12.60 | 9.00 | 11.40 | 9.20 |
| Ta | 80.50 | 42.00 | 22.96 | 17.00 | 4.90 | 4.34 | 15.82 | 21.20 | 28.00 | 12.80 | 18.10 | 2.70 |
| Nb | 1170.7 | 549.1 | 181.5 | 575.4 | 602.5 | 153.5 | 612.6 | 675.3 | 554.2 | 388.8 | 369.2 | 598.9 |
| Hf | 8.80 | 8.20 | 2.33 | 6.60 | 146.50 | 15.76 | 16.46 | 12.30 | 13.00 | 17.70 | 8.60 | 34.80 |
| Zr | 248.2 | 245.5 | 75.4 | 294.0 | 7767.4 | 392.5 | 440.2 | 611.2 | 377.8 | 386.7 | 187.8 | 2509.9 |
| Y | 132.0 | 54.4 | 20.7 | 71.1 | 458.7 | 46.4 | 88.7 | 69.9 | 72.8 | 70.6 | 53.6 | 123.5 |
| Th | 144.7 | 91.2 | 72.9 | 38.5 | 26.1 | 4.8 | 11.2 | 35.8 | 55.7 | 8.2 | 20.3 | 6.8 |
| U | 22.4 | 10.3 | 3.5 | 2.8 | 15.1 | 2.8 | 12.6 | 12.8 | 13.0 | 9.2 | 7.3 | 11.8 |
| Cr | 369.5 | 855.2 | 1122.1 | 136.8 | 0.0 | 52.3 | 57.9 | 82.1 | 198.4 | 0.0 | 0.0 | 82.7 |
| Ni | 365.7 | 305.9 | 1291.6 | 78.3 | 19.3 | 41.2 | 41.0 | 51.6 | 37.9 | 24.6 | 33.3 | 92.7 |
| V | 191.0 | 185.0 | 1067.4 | 124.0 | 254.0 | 4.2 | 6.5 | 367.0 | 209.0 | 127.0 | 189.0 | 12.8 |
| Cu | 12.6 | 4.7 | n.a. | 14.3 | 1.1 | n.a. | n.a. | 94.6 | 9.8 | 5.4 | 4.3 | 114.7 |
| Pb | 1.0 | 1.1 | n.a. | 1.9 | 1.7 | n.a. | n.a. | 7.5 | 1.0 | 0.6 | 1.2 | 2.2 |
| Zn | 123.0 | 56.0 | n.a. | 91.0 | 98.0 | n.a. | n.a. | 74.0 | 68.0 | 45.0 | 56.0 | 134.0 |
| La | 1920.4 | 751.5 | 372.9 | 562.9 | 1637.2 | 252.4 | 602.1 | 525.7 | 705.0 | 411.5 | 432.7 | 478.1 |
| Ce | 4127.8 | 1853.4 | 869.3 | 1186.1 | 2969.0 | 394.1 | 909.9 | 1003.7 | 1404.7 | 709.3 | 829.0 | 858.5 |
| Pr | 468.9 | 199.2 | 105.4 | 122.1 | 319.1 | 42.3 | 90.9 | 100.7 | 147.4 | 70.0 | 79.5 | 87.4 |
| Nd | 1662.1 | 718.6 | 387.5 | 414.0 | 1091.5 | 152.9 | 339.9 | 349.9 | 527.1 | 241.5 | 286.1 | 313.9 |
| Sm | 208.6 | 85.7 | 46.2 | 49.9 | 166.1 | 24.3 | 57.4 | 48.6 | 67.5 | 38.8 | 41.8 | 46.0 |
| Eu | 55.2 | 22.2 | 10.7 | 13.7 | 53.1 | 7.2 | 17.4 | 14.0 | 19.6 | 12.6 | 12.1 | 14.8 |
| Gd | 106.40 | 46.29 | 24.73 | 28.65 | 130.57 | 18.15 | 42.91 | 30.26 | 43.78 | 32.86 | 29.73 | 39.76 |
| Tb | 14.76 | 6.21 | 2.16 | 4.43 | 21.90 | 2.34 | 5.15 | 4.63 | 6.05 | 4.84 | 4.27 | 6.06 |
| Dy | 46.24 | 20.34 | 7.24 | 15.04 | 85.23 | 9.99 | 22.38 | 15.72 | 23.74 | 19.71 | 15.76 | 26.89 |
| Ho | 4.95 | 2.23 | 0.78 | 2.24 | 13.98 | 1.19 | 2.42 | 2.21 | 2.78 | 2.50 | 2.07 | 4.06 |
| Er | 7.81 | 4.13 | 1.75 | 4.41 | 31.55 | 2.88 | 5.89 | 4.27 | 6.02 | 5.85 | 4.26 | 10.77 |
| Tm | 0.86 | 0.45 | 0.17 | 0.55 | 4.11 | 0.36 | 0.70 | 0.52 | 0.63 | 0.62 | 0.44 | 1.33 |
| Yb | 4.30 | 2.20 | 0.89 | 2.87 | 21.96 | 1.75 | 3.04 | 2.83 | 3.20 | 2.94 | 2.02 | 7.09 |
| Lu | 0.40 | 0.23 | 0.09 | 0.36 | 2.90 | 0.26 | 0.40 | 0.34 | 0.34 | 0.33 | 0.23 | 1.01 |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras.

| Amostra | FD01 105B | 327B | 333.4 | FSALT96 | FSALT49.8A | FVL109D | FVL109E | 3E68-37A | 211.5B | FVL129C | 3M68-58 | 281 |
|----------------|-----------|--------|--------|---------|------------|---------|---------|----------|--------|---------|---------|--------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb |
| Unidade | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2a | b2a | b2a | b2b | b2b |
| Laboratório | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | ACME | ACME | ACME | ACME | UnB |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | | | |
| Ba | 1890.7 | 376.0 | 1185.4 | 958.5 | 463.0 | 1024.0 | 1042.5 | 402.0 | 1190.3 | 1001.9 | 298.7 | 671.6 |
| Rb | 201.5 | 79.6 | 128.0 | 124.9 | 51.3 | 105.1 | 98.4 | 16.1 | 130.4 | 102.6 | 12.8 | 141.4 |
| Sr | 1452.9 | 1844.0 | 1445.5 | 971.9 | 1053.9 | 1427.6 | 1405.2 | 2474.1 | 2436.9 | 2052.8 | 2716.9 | 1056.2 |
| Cs | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 0.30 | 1.40 | 1.10 | 0.30 | n.a. |
| Ga | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 12.00 | 21.80 | 19.30 | 10.10 | n.a. |
| Ta | 7.01 | 10.67 | 6.97 | 10.15 | 5.44 | 8.24 | 11.00 | 24.60 | 8.20 | 7.00 | 38.60 | 8.66 |
| Nb | 157.4 | 674.4 | 206.4 | 389.3 | 372.6 | 315.0 | 382.9 | 590.3 | 318.6 | 332.3 | 674.0 | 520.9 |
| Hf | 18.27 | 106.23 | 66.27 | 20.72 | 78.78 | 36.18 | 46.77 | 14.50 | 42.60 | 11.80 | 50.60 | 45.70 |
| Zr | 925.6 | 5426.3 | 2913.3 | 943.1 | 3961.2 | 1699.3 | 2189.4 | 471.5 | 2203.6 | 360.0 | 1712.0 | 2183.1 |
| Y | 57.8 | 218.7 | 111.3 | 70.9 | 120.7 | 82.2 | 101.9 | 100.6 | 113.3 | 77.1 | 127.2 | 76.1 |
| Th | 7.8 | 10.5 | 4.8 | 9.7 | 2.0 | 11.2 | 11.8 | 76.0 | 12.2 | 9.7 | 23.8 | 8.7 |
| U | 2.8 | 8.7 | 3.9 | 6.6 | 5.3 | 5.2 | 5.7 | 11.9 | 3.0 | 5.8 | 3.0 | 2.3 |
| Cr | 87.0 | 56.2 | 69.0 | 61.0 | 59.2 | 58.1 | 49.7 | 6.8 | 82.1 | 0.0 | 6.8 | 80.2 |
| Ni | 114.8 | 0.0 | 4.9 | 41.8 | 2.1 | 34.4 | 23.8 | 6.6 | 46.5 | 47.4 | 5.6 | 2.6 |
| V | 60.1 | 57.2 | 57.6 | 2.6 | 0.0 | 1.7 | 1.4 | 354.0 | 316.0 | 177.0 | 906.0 | 57.5 |
| Cu | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 2.0 | 28.1 | 21.7 | 165.9 | n.a. |
| Pb | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 2.4 | 1.4 | 3.6 | 1.3 | n.a. |
| Zn | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 76.0 | 112.0 | 74.0 | 64.0 | n.a. |
| La | 254.8 | 449.4 | 301.5 | 158.2 | 95.0 | 309.4 | 293.5 | 889.4 | 431.0 | 361.8 | 663.4 | 280.8 |
| Ce | 380.3 | 754.8 | 451.6 | 259.5 | 142.1 | 483.0 | 486.7 | 1893.0 | 843.5 | 641.1 | 1762.9 | 570.7 |
| Pr | 39.2 | 84.6 | 46.9 | 29.7 | 16.3 | 52.6 | 53.8 | 196.8 | 89.0 | 65.4 | 202.3 | 66.0 |
| Nd | 143.0 | 324.4 | 173.8 | 115.5 | 64.9 | 194.9 | 202.0 | 676.6 | 306.7 | 240.8 | 718.9 | 241.5 |
| Sm | 23.5 | 64.7 | 31.8 | 23.0 | 15.9 | 31.2 | 35.8 | 85.9 | 42.7 | 38.1 | 86.4 | 38.5 |
| Eu | 6.8 | 20.6 | 10.3 | 7.5 | 6.0 | 9.5 | 11.2 | 23.7 | 13.0 | 11.6 | 22.8 | 11.0 |
| Gd | 18.31 | 52.62 | 27.99 | 18.06 | 16.11 | 23.98 | 27.31 | 48.38 | 30.40 | 32.42 | 47.39 | 27.20 |
| Tb | 2.40 | 7.67 | 3.91 | 2.54 | 2.87 | 3.11 | 3.75 | 7.19 | 5.03 | 4.53 | 7.72 | 3.39 |
| Dy | 10.76 | 37.98 | 19.74 | 12.21 | 16.43 | 14.63 | 18.14 | 23.24 | 18.46 | 18.58 | 25.52 | 15.62 |
| Ho | 1.28 | 4.64 | 2.50 | 1.60 | 2.30 | 1.84 | 2.28 | 3.21 | 3.15 | 2.38 | 3.97 | 1.81 |
| Er | 3.53 | 13.70 | 7.24 | 4.27 | 7.32 | 5.06 | 6.22 | 6.10 | 7.21 | 5.75 | 8.11 | 4.97 |
| Tm | 0.46 | 2.12 | 1.08 | 0.63 | 1.25 | 0.75 | 0.93 | 0.70 | 0.98 | 0.60 | 1.00 | 0.70 |
| Yb | 2.47 | 11.14 | 5.90 | 3.33 | 6.58 | 3.84 | 4.67 | 3.71 | 5.33 | 3.21 | 5.43 | 3.72 |
| Lu | 0.35 | 1.71 | 0.86 | 0.50 | 1.08 | 0.57 | 0.73 | 0.46 | 0.73 | 0.38 | 0.68 | 0.52 |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras (continuação).

| Amostra | 282B | 296B | 327A | 413.6 | FVL111D1 | 09B-50 | 20B-94 | 5A-36A1 | ASL016 | ASL019 | ASL031 | ASL033 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 |
| Laboratório | UnB | UnB | ACME | ACME | UnB | ACME | ACME | ACME | Durham | Durham | Durham | Durham |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | | | |
| Ba | 792.1 | 685.9 | 1343.1 | 751.0 | 1141.5 | 178.9 | 653.8 | 180.3 | 0.0 | 0.4 | 32.0 | 0.0 |
| Rb | 130.2 | 87.1 | 177.9 | 136.6 | 112.2 | 0.9 | 15.3 | 2.0 | 2.8 | 5.0 | 3.3 | 2.6 |
| Sr | 1460.1 | 1585.1 | 1622.2 | 1550.5 | 1752.7 | 7348.0 | 9166.4 | 8399.6 | 5246.8 | 6510.5 | 6682.6 | 6235.5 |
| Cs | n.a. | n.a. | 2.20 | 2.30 | n.a. | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ga | n.a. | n.a. | 33.60 | 22.10 | n.a. | 1.50 | 5.60 | 1.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ta | 12.06 | 10.34 | 1.50 | 11.40 | 12.98 | 27.80 | 12.60 | 17.20 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Nb | 594.0 | 441.6 | 119.1 | 446.8 | 853.8 | 455.0 | 786.3 | 746.9 | 1560.2 | 614.1 | 628.9 | 1071.5 |
| Hf | 55.21 | 44.64 | 9.00 | 30.30 | 33.23 | 0.50 | 0.70 | 0.90 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Zr | 2417.9 | 1698.0 | 419.1 | 1410.7 | 1682.1 | 10.6 | 25.7 | 23.5 | 25.8 | 11.1 | 44.1 | 27.1 |
| Y | 44.6 | 89.7 | 77.4 | 97.4 | 115.3 | 22.6 | 52.4 | 17.7 | 24.0 | 18.9 | 54.0 | 30.5 |
| Th | 5.7 | 9.7 | 19.9 | 10.7 | 25.9 | 47.9 | 82.1 | 81.4 | 141.6 | 73.7 | 1.5 | 145.0 |
| U | 1.9 | 7.4 | 2.0 | 2.3 | 11.9 | 60.3 | 19.5 | 89.5 | 0.1 | 0.0 | 1.7 | 0.9 |
| Cr | 77.3 | 74.5 | 13.7 | 27.4 | 44.5 | 0.0 | 0.0 | 6.8 | 2.7 | 1.9 | 3.4 | 5.7 |
| Ni | 27.8 | 9.6 | 7.7 | 43.3 | 48.7 | 1.9 | 0.7 | 1.5 | 0.0 | 0.3 | 5.4 | 0.0 |
| V | 60.1 | 57.0 | 198.0 | 407.0 | 342.3 | 7.0 | 15.0 | 6.0 | 14.4 | 6.9 | 38.3 | 42.4 |
| Cu | n.a. | n.a. | 78.2 | 153.2 | n.a. | 0.2 | 0.4 | 0.0 | 40.1 | 16.8 | 8.2 | 21.1 |
| Pb | n.a. | n.a. | 1.2 | 1.3 | n.a. | 2.1 | 2.8 | 1.8 | 15.8 | 13.1 | 13.4 | 13.5 |
| Zn | n.a. | n.a. | 157.0 | 151.0 | n.a. | 6.0 | 7.0 | 6.0 | 20.6 | 13.8 | 24.3 | 26.3 |
| La | 175.4 | 458.7 | 484.7 | 266.8 | 735.5 | 155.5 | 351.0 | 118.1 | 93.6 | 62.4 | 263.7 | 160.0 |
| Ce | 360.6 | 774.9 | 971.7 | 591.2 | 1319.0 | 430.3 | 942.3 | 330.1 | 197.4 | 166.3 | 683.5 | 417.2 |
| Pr | 43.3 | 80.7 | 99.6 | 65.8 | 147.2 | 52.3 | 110.7 | 38.8 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Nd | 159.9 | 285.1 | 344.5 | 240.9 | 531.4 | 198.7 | 409.9 | 141.5 | 83.2 | 75.2 | 318.6 | 192.0 |
| Sm | 27.1 | 42.8 | 42.1 | 35.6 | 75.0 | 24.5 | 49.8 | 17.3 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Eu | 8.0 | 12.2 | 11.6 | 11.0 | 21.0 | 6.3 | 13.1 | 4.5 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Gd | 19.57 | 32.27 | 27.15 | 26.48 | 49.34 | 13.46 | 27.93 | 9.26 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Tb | 2.43 | 3.86 | 4.05 | 4.36 | 5.70 | 1.76 | 3.71 | 1.28 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Dy | 11.17 | 18.04 | 14.30 | 16.65 | 24.58 | 5.45 | 11.35 | 3.71 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Ho | 1.25 | 2.07 | 2.29 | 2.82 | 2.76 | 0.67 | 1.55 | 0.53 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Er | 3.19 | 5.73 | 4.99 | 6.33 | 7.41 | 1.28 | 2.92 | 1.04 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Tm | 0.41 | 0.82 | 0.66 | 0.85 | 1.01 | 0.15 | 0.37 | 0.15 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Yb | 2.24 | 4.28 | 3.49 | 4.76 | 4.85 | 0.78 | 2.03 | 0.69 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Lu | 0.29 | 0.63 | 0.48 | 0.69 | 0.73 | 0.09 | 0.24 | 0.08 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras (continuação).

| Amostra | ASL034 | ASL036 | ASL040 | ASL042 | ASL043 | 34B-65B | ASL024 | ASL027 | ASL029 | ASL030 | ASL037 | ASL038 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 |
| Laboratório | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | ACME | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | | | |
| Ba | 32.6 | 266.3 | 0.0 | 212.0 | 0.0 | 222.6 | 148.2 | 0.0 | 195.7 | 493.0 | 0.0 | 72.5 |
| Rb | 6.5 | 10.7 | 0.7 | 8.1 | 6.0 | 1.8 | 6.3 | 3.7 | 8.2 | 17.0 | 4.5 | 8.5 |
| Sr | 6660.8 | 7100.0 | 5361.1 | 7312.1 | 6299.1 | 6801.9 | 5977.6 | 6275.8 | 6940.1 | 10656.7 | 5429.5 | 6184.7 |
| Cs | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 |
| Ga | 0.00 | 0.00 | 5.17 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 2.89 | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 0.00 | 0.00 |
| Ta | n.a. | n.a. | 24.81 | n.a. | n.a. | 39.30 | 4.45 | n.a. | n.a. | 0.03 | n.a. | n.a. |
| Nb | 694.9 | 160.9 | 1357.5 | 63.6 | 907.3 | 366.3 | 111.7 | 806.8 | 134.1 | 2.1 | 1667.9 | 727.6 |
| Hf | n.a. | n.a. | 1.37 | n.a. | n.a. | 0.70 | 0.18 | n.a. | n.a. | 0.06 | n.a. | n.a. |
| Zr | 14.9 | 6.7 | 33.6 | 10.9 | 43.0 | 14.8 | 6.3 | 17.5 | 6.7 | 11.3 | 43.6 | 23.9 |
| Y | 20.5 | 15.6 | 24.2 | 8.7 | 42.3 | 12.2 | 14.4 | 28.7 | 28.9 | 17.9 | 42.9 | 10.9 |
| Th | 80.2 | 20.5 | 156.5 | 11.1 | 97.4 | 29.0 | 18.8 | 124.4 | 26.8 | 10.9 | 175.7 | 89.6 |
| U | 34.5 | 2.4 | 9.4 | 0.0 | 28.4 | 114.5 | 1.8 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 0.0 |
| Cr | 4.2 | 2.9 | 10.3 | 0.3 | 4.4 | 6.8 | 6.2 | 2.0 | 3.3 | 4.4 | 5.9 | 4.2 |
| Ni | 0.2 | 0.9 | 1.5 | 2.3 | 2.6 | 0.2 | 3.4 | 0.1 | 7.2 | 3.9 | 0.0 | 0.1 |
| V | 3.2 | 3.3 | 162.4 | 2.1 | 9.4 | 54.0 | 53.4 | 31.6 | 18.3 | 4.8 | 42.9 | 9.5 |
| Cu | 13.8 | 3.9 | 20.4 | 2.1 | 19.0 | 0.5 | 5.7 | 17.1 | 4.5 | 0.0 | 61.8 | 31.6 |
| Pb | 17.3 | 10.9 | 16.0 | 12.3 | 14.6 | 2.1 | 9.5 | 14.5 | 10.7 | 11.7 | 15.7 | 12.2 |
| Zn | 5.1 | 1.1 | 97.7 | 8.3 | 6.1 | 28.0 | 41.1 | 22.9 | 11.3 | 13.0 | 30.9 | 7.0 |
| La | 107.3 | 85.1 | 169.8 | 56.8 | 214.8 | 83.5 | 109.0 | 148.9 | 120.6 | 100.1 | 230.4 | 57.5 |
| Ce | 283.4 | 180.9 | 437.8 | 123.3 | 548.7 | 214.9 | 266.0 | 408.3 | 324.2 | 208.9 | 613.6 | 144.1 |
| Pr | n.a. | n.a. | 55.1 | n.a. | n.a. | 24.9 | 33.2 | n.a. | n.a. | 23.0 | n.a. | n.a. |
| Nd | 127.6 | 78.5 | 212.7 | 54.8 | 255.8 | 92.1 | 128.3 | 184.5 | 149.3 | 80.5 | 281.5 | 57.9 |
| Sm | n.a. | n.a. | 29.5 | n.a. | n.a. | 11.2 | 17.9 | n.a. | n.a. | 9.8 | n.a. | n.a. |
| Eu | n.a. | n.a. | 7.3 | n.a. | n.a. | 3.0 | 4.6 | n.a. | n.a. | 2.6 | n.a. | n.a. |
| Gd | n.a. | n.a. | 17.27 | n.a. | n.a. | 6.15 | 10.48 | n.a. | n.a. | 6.21 | n.a. | n.a. |
| Tb | n.a. | n.a. | 1.83 | n.a. | n.a. | 0.80 | 1.11 | n.a. | n.a. | 0.78 | n.a. | n.a. |
| Dy | n.a. | n.a. | 7.04 | n.a. | n.a. | 2.50 | 4.20 | n.a. | n.a. | 3.79 | n.a. | n.a. |
| Ho | n.a. | n.a. | 0.93 | n.a. | n.a. | 0.34 | 0.58 | n.a. | n.a. | 0.67 | n.a. | n.a. |
| Er | n.a. | n.a. | 1.77 | n.a. | n.a. | 0.70 | 1.10 | n.a. | n.a. | 1.58 | n.a. | n.a. |
| Tm | n.a. | n.a. | 0.19 | n.a. | n.a. | 0.09 | 0.13 | n.a. | n.a. | 0.21 | n.a. | n.a. |
| Yb | n.a. | n.a. | 0.88 | n.a. | n.a. | 0.46 | 0.67 | n.a. | n.a. | 1.11 | n.a. | n.a. |
| Lu | n.a. | n.a. | 0.11 | n.a. | n.a. | 0.06 | 0.09 | n.a. | n.a. | 0.14 | n.a. | n.a. |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras (continuação).

| Amostra | FF05 49B | FSALT87 | 09A-60B | 10A-41A | 10A-41B | 10A-77B | 34A-144B | 66B-96 | ASL010 | ASL011 | ASL014 | ASL015 |
|----------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c2 | c2 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Laboratório | UnB | UnB | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | Durham | Durham | Durham | Durham |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | | | |
| Ba | 325.5 | 1426.9 | 1859.1 | 770.4 | 1312.8 | 1829.9 | 2763.5 | 2497.3 | 1802.2 | 1838.6 | 1511.2 | 1208.9 |
| Rb | 0.1 | 0.3 | 1.2 | 1.9 | 1.1 | 2.4 | 5.6 | 8.0 | 3.3 | 3.1 | 2.8 | 0.9 |
| Sr | 9320.5 | 7447.0 | 11758.0 | 6574.0 | 9626.8 | 11036.2 | 13573.0 | 12069.1 | 11007.9 | 11039.7 | 11433.2 | 9485.4 |
| Cs | n.a. | n.a. | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ga | n.a. | n.a. | 2.00 | 11.50 | 6.40 | 2.60 | 2.60 | 4.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ta | 1.37 | 0.42 | 0.30 | 4.70 | 2.90 | 0.90 | 0.20 | 22.20 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Nb | 46.8 | 24.4 | 28.1 | 117.5 | 85.0 | 16.0 | 12.9 | 1600.1 | 1.8 | 4.0 | 67.9 | 101.7 |
| Hf | 0.32 | 0.37 | 0.20 | 44.30 | 21.80 | 0.90 | 0.70 | 1.10 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Zr | 16.5 | 16.5 | 7.4 | 2060.5 | 1015.8 | 36.7 | 36.0 | 23.0 | 9.0 | 2.8 | 84.1 | 114.2 |
| Y | 17.6 | 11.4 | 59.2 | 126.6 | 93.3 | 56.9 | 123.1 | 74.7 | 46.7 | 56.0 | 56.0 | 50.4 |
| Th | 7.4 | 10.1 | 4.6 | 100.8 | 61.4 | 1.8 | 7.4 | 137.1 | 4.4 | 2.6 | 3.2 | 10.8 |
| U | 2.6 | 1.1 | 0.4 | 3.1 | 2.0 | 0.2 | 1.6 | 72.4 | 0.0 | 2.0 | 15.9 | 13.8 |
| Cr | 2.7 | 17.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.9 | 3.3 | 6.2 |
| Ni | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 10.5 | 11.8 | 7.2 | 16.5 |
| V | 0.0 | 15.0 | 7.0 | 247.0 | 110.0 | 37.0 | 6.0 | 154.0 | 4.4 | 3.1 | 38.7 | 36.9 |
| Cu | n.a. | n.a. | 8.5 | 5.5 | 8.7 | 29.6 | 5.0 | 18.0 | 10.0 | 22.8 | 65.3 | 97.5 |
| Pb | n.a. | n.a. | 18.8 | 2.8 | 3.8 | 4.8 | 10.1 | 5.5 | 10.2 | 11.9 | 9.3 | 9.9 |
| Zn | n.a. | n.a. | 11.0 | 88.0 | 53.0 | 14.0 | 8.0 | 22.0 | 8.3 | 9.5 | 20.6 | 32.2 |
| La | 121.4 | 98.9 | 359.7 | 720.2 | 542.1 | 325.3 | 479.6 | 486.5 | 264.1 | 260.2 | 320.4 | 326.8 |
| Ce | 268.3 | 220.9 | 786.2 | 1813.1 | 1280.6 | 702.1 | 972.8 | 1186.3 | 473.4 | 503.9 | 652.3 | 658.2 |
| Pr | 34.9 | 30.4 | 81.6 | 237.2 | 164.1 | 74.8 | 99.0 | 131.0 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Nd | 129.6 | 109.3 | 274.0 | 875.9 | 606.0 | 263.1 | 328.7 | 467.3 | 169.6 | 202.4 | 264.0 | 267.8 |
| Sm | 17.6 | 14.4 | 34.9 | 122.1 | 81.3 | 31.0 | 47.7 | 54.7 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Eu | 4.5 | 3.6 | 9.1 | 28.7 | 19.5 | 8.7 | 12.4 | 14.6 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Gd | 10.68 | 8.05 | 20.06 | 66.46 | 44.69 | 18.28 | 29.06 | 30.63 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Tb | 1.10 | 0.82 | 2.96 | 8.87 | 5.95 | 2.71 | 4.95 | 4.23 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Dy | 4.44 | 3.04 | 10.90 | 31.01 | 21.36 | 9.42 | 21.61 | 14.13 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Ho | 0.60 | 0.45 | 1.59 | 3.75 | 2.69 | 1.53 | 3.38 | 2.04 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Er | 1.40 | 1.04 | 3.75 | 8.10 | 5.82 | 3.19 | 8.08 | 4.20 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Tm | 0.16 | 0.12 | 0.48 | 0.91 | 0.67 | 0.44 | 0.98 | 0.56 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Yb | 0.92 | 0.72 | 2.73 | 5.18 | 3.83 | 2.49 | 5.57 | 3.05 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Lu | 0.11 | 0.08 | 0.37 | 0.63 | 0.46 | 0.34 | 0.74 | 0.40 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras (continuação).

| Amostra | ASL017 | ASL018 | ASL020 | ASL022 | ASL023 | ASL025 | ASL026 | ASL028 | ASL032 | ASL035 | ASL039 |
|----------------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Laboratório | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham | Durham |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | | |
| Ba | 1755.1 | 1026.7 | 1980.2 | 1108.2 | 1093.7 | 956.1 | 1692.8 | 1100.6 | 1374.9 | 1448.7 | 1826.4 |
| Rb | 6.7 | 1.1 | 1.8 | 2.3 | 2.2 | 1.4 | 5.2 | 1.3 | 4.9 | 3.0 | 4.3 |
| Sr | 10927.2 | 9165.4 | 13085.3 | 10190.9 | 9802.3 | 6368.4 | 10691.6 | 10468.3 | 9059.9 | 11629.0 | 11628.7 |
| Cs | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ga | 0.00 | 4.65 | 0.00 | 0.00 | 4.40 | 0.00 | 2.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ta | n.a. | 56.80 | n.a. | n.a. | 40.54 | n.a. | 2.80 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Nb | 90.9 | 176.8 | 542.5 | 86.0 | 119.2 | 264.5 | 15.8 | 668.5 | 69.6 | 9.3 | 2.5 |
| Hf | n.a. | 1.00 | | | 0.45 | | 1.05 | | | | |
| Zr | 16.1 | 29.8 | 25.6 | 17.4 | 12.9 | 1089.2 | 18.8 | 29.8 | 165.3 | 6.4 | 4.8 |
| Y | 63.5 | 55.1 | 68.3 | 53.7 | 51.4 | 72.3 | 57.9 | 52.7 | 85.3 | 53.6 | 49.0 |
| Th | 24.7 | 29.6 | 117.1 | 10.8 | 16.0 | 76.8 | 8.8 | 122.5 | 69.4 | 1.5 | 9.8 |
| U | 8.7 | 26.4 | 25.6 | 17.7 | 25.9 | 14.0 | 0.9 | 31.7 | 5.1 | 1.5 | 0.6 |
| Cr | 1.8 | 5.6 | 2.7 | 0.0 | 2.6 | 10.2 | 3.0 | 3.1 | 6.1 | 3.0 | 1.4 |
| Ni | 7.6 | 14.0 | 9.2 | 13.7 | 7.8 | 14.4 | 11.4 | 9.3 | 11.9 | 11.0 | 2.5 |
| V | 5.8 | 33.7 | 4.6 | 14.1 | 40.6 | 188.9 | 16.8 | 24.4 | 47.3 | 0.0 | 2.0 |
| Cu | 17.5 | 32.5 | 29.9 | 8.2 | 10.0 | 6.0 | 86.8 | 27.4 | 8.1 | 5.5 | 47.1 |
| Pb | 11.0 | 11.9 | 13.4 | 7.1 | 9.9 | 8.8 | 7.8 | 14.3 | 10.7 | 9.4 | 10.2 |
| Zn | 4.7 | 36.1 | 12.3 | 19.1 | 32.8 | 124.6 | 17.3 | 21.6 | 27.2 | 8.4 | 9.9 |
| La | 308.1 | 317.2 | 394.9 | 269.9 | 269.5 | 354.5 | 359.4 | 231.6 | 384.7 | 257.6 | 238.2 |
| Ce | 631.2 | 712.6 | 761.4 | 595.1 | 591.9 | 782.8 | 849.1 | 519.7 | 789.1 | 498.1 | 476.4 |
| Pr | n.a. | 87.9 | n.a. | n.a. | 70.8 | n.a. | 88.7 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Nd | 255.2 | 336.9 | 299.8 | 245.6 | 267.9 | 335.2 | 327.9 | 214.6 | 327.8 | 202.6 | 186.2 |
| Sm | n.a. | 47.2 | n.a. | n.a. | 38.3 | n.a. | 44.1 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Eu | n.a. | 12.5 | n.a. | n.a. | 10.2 | n.a. | 11.6 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Gd | n.a. | 28.68 | n.a. | n.a. | 23.92 | n.a. | 26.74 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Tb | n.a. | 3.32 | n.a. | n.a. | 2.84 | n.a. | 3.12 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Dy | n.a. | 13.24 | n.a. | n.a. | 11.88 | n.a. | 13.01 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Ho | n.a. | 2.00 | n.a. | n.a. | 1.86 | n.a. | 1.95 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Er | n.a. | 4.01 | n.a. | n.a. | 3.89 | n.a. | 4.07 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Tm | n.a. | 0.49 | n.a. | n.a. | 0.52 | n.a. | 0.50 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Yb | n.a. | 2.56 | n.a. | n.a. | 2.72 | n.a. | 2.65 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Lu | n.a. | 0.36 | n.a. | n.a. | 0.39 | n.a. | 0.36 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras (continuação).

| Amostra | ASL041 | FF05 49A | 210 | 219 | 225 | 228 | 235.5 | 251A | 251B | 257.5B | 277.2A1 | 277.2B |
|----------------|--------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Laboratório | Durham | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | ACME | UnB |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | | | |
| Ba | 1065.9 | 2014.6 | 1470.0 | 2295.8 | 2256.1 | 1915.9 | 2389.6 | 1362.3 | 1823.2 | 1849.7 | 1931.5 | 1288.9 |
| Rb | 0.9 | 1.0 | 2.1 | 6.5 | 6.1 | 8.4 | 5.4 | 5.1 | 3.8 | 3.3 | 2.5 | 7.3 |
| Sr | 7109.4 | 11512.7 | 10891.6 | 14028.2 | 12821.9 | 10858.4 | 13002.8 | 9108.9 | 11046.1 | 11765.4 | 11702.2 | 8661.1 |
| Cs | 0.00 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 0.10 | n.a. |
| Ga | 0.00 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 2.00 | n.a. |
| Ta | n.a. | 2.46 | 76.82 | 5.21 | 1.50 | 5.82 | 1.75 | 63.67 | 31.08 | 2.63 | 4.90 | 39.70 |
| Nb | 134.5 | 47.8 | 1488.1 | 166.3 | 50.8 | 163.5 | 64.1 | 334.2 | 163.4 | 39.3 | 133.6 | 1091.8 |
| Hf | | 0.48 | 11.39 | 6.51 | 2.60 | 6.37 | 2.01 | 5.28 | 1.27 | 0.34 | 0.30 | 3.23 |
| Zr | 614.7 | 20.6 | 513.3 | 332.1 | 80.5 | 243.6 | 91.1 | 270.9 | 54.9 | 18.4 | 10.3 | 93.8 |
| Y | 66.6 | 56.1 | 81.0 | 71.4 | 67.9 | 88.8 | 49.2 | 72.5 | 73.9 | 58.5 | 67.7 | 62.2 |
| Th | 60.6 | 15.6 | 479.9 | 24.7 | 26.8 | 49.4 | 10.0 | 65.2 | 52.7 | 8.4 | 54.9 | 655.8 |
| U | 11.4 | 3.7 | 236.6 | 7.2 | 2.2 | 7.1 | 7.1 | 94.2 | 69.0 | 4.8 | 14.7 | 138.8 |
| Cr | 6.8 | 6.7 | 39.0 | 18.5 | 11.0 | 29.3 | 3.9 | 49.4 | 17.3 | 7.0 | 0.0 | 32.6 |
| Ni | 7.5 | 0.0 | 5.6 | 8.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 |
| V | 150.3 | 13.9 | 56.9 | 55.7 | 55.7 | 57.8 | 55.6 | 57.3 | 56.3 | 57.1 | 12.0 | 58.7 |
| Cu | 4.8 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 29.7 | n.a. |
| Pb | 10.9 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 6.0 | n.a. |
| Zn | 97.7 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 4.0 | n.a. |
| La | 381.9 | 316.0 | 455.5 | 682.6 | 533.1 | 556.4 | 449.5 | 441.9 | 416.5 | 340.5 | 297.9 | 332.9 |
| Ce | 766.1 | 667.2 | 1043.9 | 1248.7 | 970.8 | 1120.5 | 815.4 | 923.4 | 896.3 | 601.1 | 658.4 | 900.9 |
| Pr | n.a. | 79.3 | 125.4 | 138.3 | 114.2 | 132.5 | 91.7 | 118.8 | 113.9 | 78.9 | 69.6 | 103.2 |
| Nd | 322.7 | 291.4 | 491.1 | 486.9 | 403.9 | 463.4 | 319.7 | 454.7 | 427.2 | 291.8 | 240.1 | 386.2 |
| Sm | n.a. | 39.9 | 70.0 | 54.6 | 47.9 | 57.6 | 37.5 | 63.7 | 60.6 | 38.5 | 29.5 | 53.2 |
| Eu | n.a. | 10.6 | 17.1 | 13.2 | 11.9 | 14.0 | 9.4 | 15.3 | 14.6 | 10.1 | 8.2 | 13.7 |
| Gd | n.a. | 25.01 | 41.58 | 36.05 | 31.52 | 35.86 | 24.64 | 39.77 | 36.51 | 25.28 | 18.41 | 31.60 |
| Tb | n.a. | 2.87 | 4.70 | 3.79 | 3.29 | 3.97 | 2.55 | 4.19 | 3.99 | 2.78 | 2.95 | 3.51 |
| Dy | n.a. | 11.83 | 19.03 | 15.32 | 13.66 | 16.95 | 10.07 | 16.77 | 15.97 | 11.87 | 10.99 | 14.44 |
| Ho | n.a. | 1.40 | 1.95 | 1.61 | 1.53 | 1.85 | 1.15 | 1.77 | 1.76 | 1.36 | 1.85 | 1.55 |
| Er | n.a. | 3.58 | 5.24 | 4.33 | 4.14 | 5.42 | 3.06 | 4.49 | 4.71 | 3.71 | 4.21 | 4.06 |
| Tm | n.a. | 0.47 | 0.67 | 0.60 | 0.57 | 0.79 | 0.41 | 0.58 | 0.60 | 0.50 | 0.59 | 0.53 |
| Yb | n.a. | 2.46 | 3.26 | 3.02 | 3.22 | 4.10 | 2.28 | 2.84 | 2.98 | 2.75 | 3.48 | 2.94 |
| Lu | n.a. | 0.37 | 0.49 | 0.42 | 0.46 | 0.64 | 0.30 | 0.40 | 0.43 | 0.40 | 0.50 | 0.41 |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras (continuação).

| Amostra | 292D1 | 385 | 456.4 | 469.6 | 472 | 475.8 | 476.6 | 479.5 | 492 | FSALT49.8B | FVL184 | FVL145C |
|----------------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Laboratório | ACME | ACME | ACME | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | UnB | ACME | ACME |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | | | |
| Ba | 1495.6 | 1971.7 | 1457.8 | 1355.2 | 1746.7 | 1827.1 | 1752.3 | 1726.8 | 1808.1 | 2248.9 | 1691.8 | 1574.2 |
| Rb | 6.2 | 1.5 | 17.8 | 0.6 | 14.9 | 6.7 | 11.0 | 4.1 | 1.7 | 6.2 | 29.1 | 1.7 |
| Sr | 10857.3 | 12676.4 | 8509.3 | 8382.9 | 11846.4 | 11567.0 | 10963.6 | 10477.6 | 11456.9 | 13332.7 | 14003.1 | 11430.6 |
| Cs | 0.10 | 0.00 | 0.20 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 0.50 | 0.00 |
| Ga | 8.80 | 2.20 | 6.50 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 13.40 | 2.20 |
| Ta | 31.30 | 1.40 | 161.30 | 0.58 | 3.52 | 3.67 | 3.12 | 1.98 | 2.09 | 6.14 | 4.70 | 0.90 |
| Nb | 4047.8 | 50.2 | 821.4 | 4.2 | 247.6 | 307.7 | 365.8 | 149.6 | 53.8 | 2687.7 | 2605.2 | 12.9 |
| Hf | 11.10 | 1.90 | 4.50 | 0.31 | 0.63 | 1.42 | 2.36 | 2.05 | 3.09 | 2.73 | 1.60 | 0.80 |
| Zr | 270.5 | 92.0 | 117.9 | 16.2 | 27.8 | 46.1 | 73.7 | 82.5 | 132.4 | 95.3 | 23.4 | 33.6 |
| Y | 86.6 | 55.0 | 55.9 | 49.0 | 58.3 | 51.4 | 53.2 | 47.6 | 57.3 | 55.5 | 63.2 | 78.5 |
| Th | 703.6 | 9.6 | 210.0 | 4.9 | 18.9 | 31.5 | 37.8 | 20.4 | 23.6 | 46.2 | 23.8 | 14.0 |
| U | 51.0 | 1.3 | 360.1 | 0.2 | 6.6 | 11.3 | 8.7 | 4.2 | 1.9 | 21.9 | 29.1 | 0.8 |
| Cr | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.8 | 10.5 | 9.3 | 9.5 | 4.3 | 4.2 | 4.8 | 6.6 | 0.0 |
| Ni | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| V | 265.0 | 23.0 | 226.0 | 56.3 | 57.3 | 57.4 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | 0.0 | 0.5 | 9.0 |
| Cu | 2.3 | 2.6 | 34.1 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 1.9 | 43.2 |
| Pb | 4.9 | 3.0 | 3.4 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 5.2 | 4.1 |
| Zn | 91.0 | 7.0 | 48.0 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 17.0 | 6.0 |
| La | 538.3 | 452.0 | 295.4 | 285.7 | 346.7 | 343.5 | 363.2 | 324.5 | 488.8 | 392.7 | 448.2 | 410.6 |
| Ce | 1629.3 | 918.1 | 722.7 | 597.5 | 713.3 | 736.3 | 756.4 | 652.3 | 933.4 | 866.1 | 1125.0 | 950.5 |
| Pr | 172.1 | 94.1 | 81.2 | 72.8 | 80.9 | 79.1 | 87.4 | 74.0 | 107.2 | 93.9 | 123.1 | 107.7 |
| Nd | 625.2 | 324.7 | 302.4 | 268.5 | 294.0 | 292.1 | 316.3 | 266.6 | 382.6 | 335.3 | 447.4 | 404.9 |
| Sm | 76.3 | 35.2 | 37.6 | 37.6 | 37.6 | 36.7 | 39.8 | 33.8 | 45.7 | 40.7 | 49.6 | 51.7 |
| Eu | 20.5 | 9.4 | 10.4 | 9.7 | 9.7 | 9.6 | 10.3 | 8.9 | 11.9 | 10.5 | 13.2 | 14.3 |
| Gd | 40.28 | 18.45 | 22.53 | 24.14 | 25.24 | 24.51 | 24.58 | 21.38 | 28.88 | 25.08 | 31.18 | 30.16 |
| Tb | 5.85 | 2.61 | 3.19 | 2.61 | 2.64 | 2.48 | 2.63 | 2.30 | 2.96 | 2.68 | 3.93 | 4.30 |
| Dy | 19.69 | 8.92 | 11.09 | 10.74 | 11.31 | 10.55 | 10.66 | 9.45 | 11.68 | 10.92 | 15.48 | 15.08 |
| Ho | 2.57 | 1.35 | 1.64 | 1.22 | 1.35 | 1.21 | 1.29 | 1.16 | 1.35 | 1.29 | 1.79 | 2.15 |
| Er | 5.35 | 2.94 | 3.47 | 3.23 | 3.68 | 3.31 | 3.40 | 3.02 | 3.54 | 3.45 | 4.64 | 4.67 |
| Tm | 0.66 | 0.40 | 0.44 | 0.40 | 0.51 | 0.45 | 0.45 | 0.42 | 0.46 | 0.46 | 0.53 | 0.62 |
| Yb | 3.59 | 2.23 | 2.37 | 2.29 | 2.79 | 2.54 | 2.40 | 2.14 | 2.28 | 2.47 | 3.20 | 3.55 |
| Lu | 0.45 | 0.30 | 0.32 | 0.32 | 0.42 | 0.38 | 0.36 | 0.34 | 0.36 | 0.38 | 0.41 | 0.47 |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras (continuação).

| Amostra | FVL93.8 | 10A-77A | 277.2A2 | 277.2A3 | 407D3 | ASL012 | ASL013 | FVL121.8 | SF101.5D1 | SF101.7 | SF102.4D2 | SF103 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|----------|-----------|---------|-----------|--------|
| Rocha | carb | apat | nels | magnt | ilm | carb | carb | carb | fosc | fosc | fosc | fosc |
| Unidade | c3 | c3a | c3a | c3a | c3a | d4 | d4 | d4 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Laboratório | ACME | ACME | ACME | ACME | ACME | Durham | Durham | ACME | ACME | ACME | ACME | UnB |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | | | | |
| Ba | 1674.5 | 291.6 | 1020.3 | 916.8 | 513.3 | 30102.3 | 28386.4 | 32779.0 | 589.2 | 349.8 | 2898.8 | 2309.5 |
| Rb | 11.2 | 0.0 | 16.1 | 16.4 | 41.2 | 0.0 | 15.3 | 0.6 | 44.8 | 34.4 | 84.1 | 64.3 |
| Sr | 12169.0 | 11127.1 | 5357.7 | 4837.8 | 2429.5 | 5938.7 | 10095.5 | 13564.5 | 3963.3 | 3674.9 | 4687.5 | 4719.3 |
| Cs | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 0.30 | 0.70 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.60 | 0.60 | 1.20 | n.a. |
| Ga | 3.50 | 6.30 | 13.30 | 18.90 | 8.00 | 5.39 | 13.10 | 5.70 | 15.60 | 12.90 | 16.80 | n.a. |
| Ta | 31.10 | 0.80 | 296.30 | 74.50 | 28.20 | 0.46 | 1.13 | 0.70 | 9.10 | 18.10 | 7.50 | 4.62 |
| Nb | 1961.8 | 6.8 | 7817.2 | 1730.1 | 2753.6 | 95.7 | 77.3 | 28.9 | 377.5 | 695.0 | 435.6 | 171.4 |
| Hf | 4.70 | 0.10 | 12.30 | 4.40 | 81.40 | 10.36 | 0.24 | 0.00 | 28.40 | 28.10 | 15.40 | 17.42 |
| Zr | 182.5 | 2.9 | 283.8 | 103.8 | 4554.7 | 243.0 | 4.2 | 1.6 | 1534.4 | 1522.3 | 720.0 | 992.1 |
| Y | 60.4 | 119.4 | 73.6 | 39.1 | 105.9 | 617.1 | 66.5 | 15.2 | 283.6 | 232.0 | 215.5 | 265.5 |
| Th | 408.5 | 9.3 | 2750.5 | 639.3 | 830.9 | 338.1 | 163.9 | 3.8 | 156.3 | 147.4 | 83.2 | 184.0 |
| U | 43.4 | 1.3 | 541.5 | 157.9 | 135.0 | 16.0 | 20.6 | 0.3 | 9.9 | 9.4 | 5.9 | 5.4 |
| Cr | 0.0 | 0.0 | 20.5 | 20.5 | 355.8 | 13.1 | 46.6 | 18.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 40.2 |
| Ni | 1.3 | 0.0 | 74.5 | 8.2 | 9.4 | 8.8 | 13.9 | 0.0 | 23.6 | 25.3 | 13.6 | 20.6 |
| V | 18.0 | 61.0 | 894.0 | 1350.0 | 202.0 | 31.3 | 42.6 | 1.7 | 152.0 | 130.0 | 128.0 | 0.8 |
| Cu | 34.2 | 3.8 | 1224.1 | 84.1 | 23.6 | 0.0 | 0.0 | 46.3 | 612.5 | 452.1 | 573.2 | n.a. |
| Pb | 7.0 | 2.4 | 9.5 | 3.8 | 2.5 | 11.0 | 68.0 | 6.5 | 3.6 | 4.2 | 6.5 | n.a. |
| Zn | 17.0 | 2.0 | 300.0 | 537.0 | 61.0 | 6.4 | 254.5 | 13.0 | 72.0 | 94.0 | 102.0 | n.a. |
| La | 298.3 | 998.4 | 342.9 | 143.2 | 161.6 | 591.6 | 1845.7 | 1236.3 | 1281.6 | 1135.1 | 1176.7 | 1515.6 |
| Ce | 968.4 | 2627.6 | 1607.9 | 491.7 | 743.1 | 1134.8 | 3485.8 | 2264.0 | 3461.7 | 2966.4 | 2912.3 | 3513.6 |
| Pr | 95.1 | 348.0 | 153.9 | 47.2 | 119.0 | 139.2 | 400.0 | 232.4 | 461.7 | 386.9 | 368.6 | 443.8 |
| Nd | 352.5 | 1266.5 | 572.5 | 166.2 | 555.3 | 565.1 | 1451.6 | 710.9 | 1743.5 | 1444.4 | 1354.0 | 1671.0 |
| Sm | 45.2 | 162.5 | 75.5 | 21.8 | 101.8 | 133.1 | 202.3 | 44.3 | 253.2 | 210.8 | 190.4 | 240.7 |
| Eu | 12.8 | 36.7 | 20.9 | 6.3 | 31.2 | 52.3 | 55.4 | 8.5 | 63.4 | 52.5 | 46.8 | 60.5 |
| Gd | 26.64 | 87.08 | 36.28 | 12.32 | 61.85 | 164.03 | 125.26 | 14.41 | 157.66 | 129.89 | 116.35 | 145.06 |
| Tb | 3.79 | 10.19 | 5.65 | 2.06 | 10.03 | 26.86 | 10.34 | 1.66 | 20.24 | 16.86 | 14.59 | 16.10 |
| Dy | 15.34 | 32.22 | 18.84 | 7.57 | 34.44 | 131.12 | 26.04 | 5.58 | 73.60 | 63.25 | 54.15 | 62.94 |
| Ho | 1.94 | 3.48 | 2.45 | 1.14 | 4.74 | 20.86 | 2.73 | 0.37 | 9.24 | 7.72 | 6.76 | 6.37 |
| Er | 4.90 | 6.76 | 4.61 | 2.65 | 9.54 | 44.72 | 4.91 | 0.94 | 18.51 | 15.62 | 13.80 | 15.94 |
| Tm | 0.55 | 0.73 | 0.64 | 0.37 | 1.13 | 5.77 | 0.70 | 0.12 | 2.14 | 1.79 | 1.59 | 2.01 |
| Yb | 3.36 | 4.14 | 3.33 | 2.17 | 5.35 | 27.71 | 4.84 | 0.60 | 11.13 | 9.57 | 8.68 | 8.79 |
| Lu | 0.43 | 0.43 | 0.40 | 0.29 | 0.58 | 3.62 | 0.80 | 0.07 | 1.30 | 1.08 | 1.00 | 1.30 |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras (continuação).

| Amostra | SF104.2 | 09A-60A | 37B-65A | 37B-65B | FVL145A | SAL-2 | SAL-3 | SAL-3C | SAL-3D |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Rocha | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | sien | sien | sien | sien |
| Unidade | p1 | p2 | p2 | p2 | p2 | s1 | s1 | s1 | s1 |
| Laboratório | UnB | ACME | ACME | ACME | ACME | Durham | Durham | Durham | Durham |
| Elemento (ppm) | | | | | | | | | |
| Ba | 2407.2 | 326.5 | 313.9 | 285.5 | 769.5 | 3661.1 | 1519.0 | 2555.3 | 2044.5 |
| Rb | 95.7 | 5.7 | 4.9 | 6.3 | 8.8 | 91.7 | 139.4 | 154.6 | 172.5 |
| Sr | 4297.1 | 3179.9 | 2703.5 | 2886.8 | 4724.9 | 2561.6 | 1086.3 | 1913.3 | 648.9 |
| Cs | n.a. | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 1.70 | n.a. | 2.04 | 0.88 |
| Ga | n.a. | 19.70 | 23.60 | 23.40 | 22.10 | 25.26 | 22.50 | 23.58 | 29.57 |
| Ta | 5.69 | 23.90 | 1080.20 | 833.60 | 53.90 | 17.83 | n.a. | 12.61 | 3.79 |
| Nb | 424.0 | 524.0 | 6836.2 | 4657.0 | 201.6 | 466.4 | 182.4 | 227.7 | 112.1 |
| Hf | 18.33 | 25.10 | 62.70 | 77.50 | 44.80 | 29.88 | n.a. | 19.05 | 21.49 |
| Zr | 1030.0 | 1071.0 | 2609.6 | 3927.9 | 2702.7 | 1238.8 | 959.9 | 892.0 | 896.6 |
| Y | 202.4 | 79.1 | 103.1 | 106.2 | 91.5 | 12.6 | 76.7 | 38.8 | 20.2 |
| Th | 181.3 | 154.6 | 3493.7 | 2652.8 | 96.9 | 22.0 | 0.4 | 14.2 | 2.7 |
| U | 5.3 | 16.9 | 1272.1 | 952.2 | 10.3 | 2.4 | 1.8 | 3.7 | 0.7 |
| Cr | 44.1 | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.2 | 43.6 | 25.6 | 20.9 |
| Ni | 37.8 | 2.1 | 0.0 | 0.9 | 2.9 | 11.0 | 18.3 | 27.5 | 3.4 |
| V | 0.0 | 454.0 | 549.0 | 512.0 | 211.0 | 116.5 | 226.6 | 331.2 | 148.4 |
| Cu | n.a. | 6.3 | 0.7 | 2.5 | 3.2 | 40.4 | 47.4 | 123.7 | 22.7 |
| Pb | n.a. | 5.9 | 2.3 | 2.5 | 3.1 | 3.6 | 10.9 | 25.0 | 2.8 |
| Zn | n.a. | 212.0 | 236.0 | 226.0 | 174.0 | 44.7 | 111.2 | 119.7 | 46.7 |
| La | 1081.0 | 430.8 | 565.0 | 620.1 | 463.8 | 376.2 | 228.3 | 234.2 | 57.5 |
| Ce | 2631.7 | 1203.2 | 1894.7 | 1916.6 | 1265.6 | 637.2 | 361.3 | 453.1 | 134.0 |
| Pr | 340.4 | 149.1 | 244.7 | 242.1 | 156.1 | 56.9 | n.a. | 51.2 | 16.5 |
| Nd | 1296.8 | 565.5 | 895.2 | 916.7 | 615.7 | 160.5 | 156.5 | 184.3 | 57.3 |
| Sm | 195.3 | 72.3 | 130.9 | 118.9 | 81.7 | 14.5 | n.a. | 26.7 | 8.6 |
| Eu | 48.8 | 19.2 | 31.7 | 30.7 | 21.9 | 3.4 | n.a. | 7.1 | 2.3 |
| Gd | 113.88 | 41.56 | 63.97 | 61.49 | 48.19 | 5.92 | n.a. | 16.53 | 5.57 |
| Tb | 13.03 | 5.66 | 9.04 | 8.89 | 6.34 | 0.81 | n.a. | 2.13 | 0.81 |
| Dy | 51.05 | 18.14 | 30.77 | 27.42 | 21.29 | 3.16 | n.a. | 9.31 | 3.78 |
| Ho | 5.08 | 2.51 | 3.44 | 3.55 | 2.82 | 0.50 | n.a. | 1.50 | 0.68 |
| Er | 12.47 | 4.82 | 6.80 | 6.46 | 5.41 | 1.30 | n.a. | 3.35 | 1.73 |
| Tm | 1.52 | 0.61 | 0.79 | 0.82 | 0.66 | 0.25 | n.a. | 0.46 | 0.26 |
| Yb | 6.55 | 3.27 | 4.52 | 4.31 | 3.38 | 2.04 | n.a. | 2.44 | 1.76 |
| Lu | 0.91 | 0.41 | 0.51 | 0.53 | 0.43 | 0.41 | n.a. | 0.37 | 0.34 |

Anexo C – Análises de rocha total de rochas do complexo de Salitre – elementos-traço e terras raras (continuação).

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------|----------|----------|---------|---------|----------|------------|---------|
| Amostra | 09B-50 | 20B-94 | 5A-36A1 | ASL040 | 34B-65B | ASL024 | ASL030 | FF05 49B | FSALT87 | 09A-60B | 10A-41A | 34A-144B | 66B-96 | ASL017 |
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c2 | c2 | c2 | c2 | c2 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ | 7.50 | 7.29 | 7.97 | 7.98 | 7.40 | 8.05 | 8.56 | 7.70 | 8.23 | 7.58 | 7.24 | 9.37 | 7.23 | 7.35 |
| $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ | -6.50 | -6.70 | -6.58 | -6.59 | -6.76 | -6.54 | -6.36 | -6.49 | -6.00 | -7.33 | -7.17 | -6.60 | -7.21 | -7.02 |
| Amostra | ASL018 | ASL022 | ASL023 | ASL026 | ASL028 | ASL032 | ASL035 | ASL039 | FF05 49A | 210 | 219 | 228 | 235.5 | 251A |
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ | 7.76 | 6.87 | 7.33 | 7.27 | 7.36 | 7.28 | 7.21 | 7.27 | 7.05 | 7.88 | 8.25 | 8.63 | 8.61 | 7.74 |
| $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ | -6.87 | -7.08 | -6.92 | -7.15 | -6.93 | -7.17 | -6.98 | -7.07 | -6.90 | -7.00 | -6.69 | -6.65 | -6.95 | -6.58 |
| Amostra | 251B | 257.5B | 277.2A1 | 277.2B | 385 | 456.4 | 469.6 | 472 | 475.8 | 476.6 | 479.5 | 492 | FSALT49.8B | FVL145C |
| Rocha | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb | carb |
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ | 7.45 | 7.17 | 7.87 | 7.36 | 7.65 | 7.02 | 7.31 | 7.49 | 7.05 | 6.91 | 7.46 | 7.09 | 7.01 | 7.72 |
| $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ | -6.42 | -6.52 | -6.97 | -7.24 | -6.80 | -7.25 | -7.13 | -7.21 | -7.34 | -7.03 | -6.95 | -7.12 | -7.27 | -7.04 |
| Amostra | FVL93.8 | 10A-77A | 277.2A2 | 277.2A3 | 407D3 | FVL121.8 | SF101.5D1 | SF101.7 | SF103 | SF104.2 | 09A-60A | 37B-65A | 37B-65B | FVL145A |
| Rocha | carb | apat | nels | magnt | ilm | carb | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc |
| Unidade | c3 | c3a | c3a | c3a | c3a | d4 | p1 | p1 | p1 | p1 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ | 6.87 | 7.15 | 7.48 | 7.87 | 8.22 | 8.17 | 8.42 | 8.46 | 11.58 | 8.85 | 7.57 | 10.61 | 8.12 | 9.09 |
| $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ | -7.25 | -7.39 | -7.29 | -7.25 | -7.31 | -6.36 | -7.76 | -7.73 | -6.72 | -7.90 | -7.35 | -7.74 | -7.69 | -7.17 |

Anexo D – Análises de isótopos estáveis (C-O) em carbonatitos e foscoritós do complexo de Salitre.

| Amostra | FVL68 | FSALT81 | FVL95.7 | FSALT96 | 281 | 282B | 296B | 10A-77A | 277.2A2 | 277.2A3 | 407D3 |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| Rocha | beb | beb | beb | beb | beb | beb | beb | apat | nels | magnt | ilm |
| Unidade | b1a | b1b | b1b | b2 | b2b | b2b | b2b | c3a | c3a | c3a | c3a |
| $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ | 0.0729 | 0.1026 | 0.1058 | 0.1325 | 0.1101 | 0.1045 | 0.0971 | 0.0776 | 0.0797 | n.a. | n.a. |
| $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ | 0.512215(6) | 0.512274(6) | 0.512245(8) | 0.512347(13) | 0.512283(9) | 0.512266(8) | 0.512250(9) | 0.512221(21) | 0.512195(11) | n.a. | n.a. |
| $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i$ | 0.512174 | 0.512216 | 0.512185 | 0.512272 | 0.512221 | 0.512207 | 0.512195 | 0.512177 | 0.512150 | n.a. | n.a. |
| $\epsilon\text{Nd}(0)$ | -8.25 | -7.10 | -7.67 | -5.68 | -6.92 | -7.26 | -7.57 | -8.14 | -8.64 | n.a. | n.a. |
| $\epsilon\text{Nd}(T)$ | -6.89 | -6.07 | -6.67 | -4.97 | -5.97 | -6.24 | -6.47 | -6.82 | -7.36 | n.a. | n.a. |
| TDM (Ga) | 0.90 | 1.06 | 1.13 | 1.30 | 1.12 | 1.09 | 1.04 | 0.92 | 0.97 | n.a. | n.a. |
| $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ | 0.2835 | 0.0653 | 0.0365 | 0.3719 | 0.3874 | 0.2580 | 0.1589 | 0.0000 | 0.0087 | 0.0098 | 0.0491 |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | 0.7055(3) | 0.7054(2) | 0.7054(2) | 0.7056(2) | 0.7061(8) | 0.7055(3) | 0.7054(2) | 0.7051(3) | 0.7053(1) | 0.7051(3) | 0.7051(2) |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$ | 0.70515 | 0.70527 | 0.70532 | 0.70513 | 0.70563 | 0.70522 | 0.70519 | 0.70513 | 0.70524 | 0.70512 | 0.70508 |
| Amostra | SF101.5D1 | SF102.4D2 | SF104.2 | 09A-60A | 37B-65A | 37B-65B | FVL145A | | | | |
| Rocha | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | fosc | | | | |
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p2 | p2 | p2 | p2 | | | | |
| $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ | 0.0878 | n.a. | 0.0911 | 0.0772 | 0.0884 | n.a. | 0.0802 | | | | |
| $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ | 0.512235(10) | n.a. | 0.512135(13) | 0.512142(8) | 0.512188(11) | n.a. | 0.512269(7) | | | | |
| $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_i$ | 0.512185 | n.a. | 0.512084 | 0.512098 | 0.512138 | n.a. | 0.512224 | | | | |
| $\epsilon\text{Nd}(0)$ | -7.87 | n.a. | -9.81 | -9.67 | -8.77 | n.a. | -7.19 | | | | |
| $\epsilon\text{Nd}(T)$ | -6.66 | n.a. | -8.65 | -8.36 | -7.59 | n.a. | -5.92 | | | | |
| TDM (Ga) | 0.98 | n.a. | 1.13 | 1.01 | 1.04 | n.a. | 0.89 | | | | |
| $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ | 0.0327 | 0.0519 | 0.0644 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0063 | 0.0054 | | | | |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | 0.7053(2) | 0.7051(1) | 0.7053(2) | 0.7052(2) | 0.7051(1) | 0.7051(2) | 0.7050(2) | | | | |
| $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_i$ | 0.70523 | 0.70501 | 0.70517 | 0.70515 | 0.70507 | 0.70511 | 0.70503 | | | | |

Anexo E – Análises de isótopos radiogênicos (Sr-Nd) em rochas do complexo de Salitre. Valores iniciais recalculados para 86.3 Ma; valores em parêntesis= $\pm 2\text{SE}$.

| Amostra | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6a | 7 | 7a | 1 | 2 | 3 |
| SiO ₂ | 41.18 | 39.52 | 41.67 | 39.69 | 40.59 | 39.84 | 40.61 | 40.66 | 39.75 | 40.66 | 40.15 | 40.28 |
| TiO ₂ | 0.08 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.04 |
| Al ₂ O ₃ | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.03 | 0.04 |
| FeO | 12.30 | 14.49 | 13.06 | 13.85 | 13.51 | 13.54 | 14.01 | 14.09 | 13.91 | 12.50 | 13.22 | 13.36 |
| MnO | 0.49 | 0.29 | 0.33 | 0.42 | 0.44 | 0.42 | 0.28 | 0.36 | 0.42 | 0.55 | 0.47 | 0.37 |
| MgO | 46.41 | 45.14 | 44.48 | 45.25 | 45.24 | 44.60 | 45.93 | 45.89 | 44.11 | 45.28 | 46.19 | 45.14 |
| CaO | 0.05 | 0.28 | 1.13 | 0.18 | 0.21 | 0.15 | 0.22 | 0.18 | 0.36 | 0.30 | 0.14 | 0.10 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.01 |
| NiO | 0.00 | 0.12 | 0.13 | 0.00 | 0.04 | 0.15 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.13 | 0.03 | 0.09 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 100.56 | 99.88 | 100.83 | 99.39 | 100.06 | 98.76 | 101.10 | 101.29 | 98.68 | 99.47 | 100.28 | 99.43 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.013 | 0.993 | 1.028 | 0.999 | 1.011 | 1.007 | 1.003 | 1.003 | 1.007 | 1.015 | 0.998 | 1.009 |
| Al | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| Ti | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| Fe ² | 0.253 | 0.305 | 0.269 | 0.291 | 0.281 | 0.286 | 0.289 | 0.291 | 0.295 | 0.261 | 0.275 | 0.280 |
| Mn | 0.010 | 0.006 | 0.007 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.006 | 0.008 | 0.009 | 0.012 | 0.010 | 0.008 |
| Mg | 1.702 | 1.691 | 1.635 | 1.697 | 1.680 | 1.680 | 1.691 | 1.688 | 1.666 | 1.685 | 1.712 | 1.686 |
| Ca | 0.001 | 0.008 | 0.030 | 0.005 | 0.006 | 0.004 | 0.006 | 0.005 | 0.010 | 0.008 | 0.004 | 0.003 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.002 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.002 |
| Cr | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 2.983 | 3.006 | 2.972 | 3.001 | 2.988 | 2.991 | 2.996 | 2.998 | 2.991 | 2.986 | 3.000 | 2.990 |
| Fa | 0.129 | 0.153 | 0.142 | 0.147 | 0.144 | 0.146 | 0.146 | 0.147 | 0.150 | 0.134 | 0.138 | 0.142 |
| Fo | 0.871 | 0.847 | 0.859 | 0.854 | 0.857 | 0.855 | 0.854 | 0.853 | 0.850 | 0.866 | 0.862 | 0.858 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios.

| Amostra | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a |
| Grão | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Ponto | 4 | 4a | 5 | 5a | 6 | 7 | 7a | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| SiO ₂ | 40.53 | 40.78 | 40.00 | 40.30 | 39.77 | 41.07 | 39.09 | 41.52 | 39.71 | 40.18 | 40.03 | 40.05 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.13 | 0.08 | 0.01 | 0.08 | 0.01 | 0.03 |
| Al ₂ O ₃ | 0.07 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 |
| FeO | 13.48 | 13.60 | 12.29 | 14.43 | 13.68 | 13.97 | 13.57 | 13.48 | 13.87 | 14.00 | 13.92 | 14.45 |
| MnO | 0.38 | 0.29 | 0.37 | 0.31 | 0.53 | 0.55 | 0.38 | 0.50 | 0.41 | 0.37 | 0.54 | 0.39 |
| MgO | 45.44 | 44.89 | 46.62 | 45.44 | 44.94 | 45.27 | 44.86 | 45.05 | 44.71 | 45.68 | 44.14 | 43.97 |
| CaO | 0.14 | 0.21 | 0.20 | 0.02 | 0.15 | 0.23 | 0.30 | 0.19 | 0.11 | 0.24 | 0.27 | 0.15 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.04 |
| NiO | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.03 | 0.20 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.03 | 0.14 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 100.13 | 99.91 | 99.61 | 100.55 | 99.16 | 101.26 | 98.47 | 100.97 | 98.91 | 100.64 | 99.18 | 99.07 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.008 | 1.015 | 0.997 | 1.002 | 1.003 | 1.013 | 0.994 | 1.023 | 1.004 | 0.999 | 1.010 | 1.012 |
| Al | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.001 |
| Fe ² | 0.280 | 0.283 | 0.256 | 0.300 | 0.288 | 0.288 | 0.289 | 0.278 | 0.293 | 0.291 | 0.294 | 0.305 |
| Mn | 0.008 | 0.006 | 0.008 | 0.007 | 0.011 | 0.012 | 0.008 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.012 | 0.008 |
| Mg | 1.685 | 1.666 | 1.733 | 1.685 | 1.689 | 1.664 | 1.700 | 1.655 | 1.685 | 1.693 | 1.660 | 1.656 |
| Ca | 0.004 | 0.006 | 0.005 | 0.001 | 0.004 | 0.006 | 0.008 | 0.005 | 0.003 | 0.006 | 0.007 | 0.004 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.001 |
| Ni | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.004 | 0.000 |
| Cr | 0.001 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 2.990 | 2.979 | 3.002 | 2.996 | 2.997 | 2.986 | 3.005 | 2.976 | 2.996 | 3.001 | 2.989 | 2.988 |
| Fa | 0.143 | 0.145 | 0.129 | 0.151 | 0.146 | 0.148 | 0.145 | 0.144 | 0.148 | 0.147 | 0.150 | 0.156 |
| Fo | 0.857 | 0.855 | 0.871 | 0.849 | 0.854 | 0.852 | 0.855 | 0.856 | 0.852 | 0.853 | 0.850 | 0.844 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL175 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
| Unidade | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a |
| Grão | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Ponto | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1a |
| SiO ₂ | 39.31 | 40.19 | 40.14 | 39.88 | 40.53 | 40.25 | 39.65 | 39.09 | 39.30 | 39.37 | 39.36 | 39.42 |
| TiO ₂ | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.08 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| FeO | 15.57 | 13.91 | 14.52 | 13.50 | 12.94 | 13.75 | 12.86 | 13.50 | 13.75 | 13.58 | 13.35 | 13.85 |
| MnO | 0.33 | 0.43 | 0.55 | 0.51 | 0.30 | 0.41 | 0.36 | 0.39 | 0.39 | 0.34 | 0.37 | 0.35 |
| MgO | 44.38 | 44.61 | 44.42 | 45.00 | 45.62 | 45.11 | 46.76 | 46.20 | 46.23 | 46.25 | 46.60 | 46.48 |
| CaO | 0.13 | 0.04 | 0.16 | 0.24 | 0.23 | 0.29 | 0.33 | 0.17 | 0.22 | 0.10 | 0.09 | 0.23 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.00 |
| NiO | 0.03 | 0.26 | 0.11 | 0.17 | 0.10 | 0.16 | 0.20 | 0.21 | 0.17 | 0.20 | 0.21 | 0.19 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.00 |
| Total | 99.79 | 99.53 | 99.95 | 99.44 | 99.82 | 100.02 | 100.23 | 99.56 | 100.08 | 99.87 | 100.04 | 100.61 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.993 | 1.009 | 1.007 | 1.002 | 1.009 | 1.006 | 0.987 | 0.983 | 0.984 | 0.986 | 0.984 | 0.982 |
| Al | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 |
| Fe ² | 0.329 | 0.292 | 0.305 | 0.284 | 0.269 | 0.287 | 0.268 | 0.284 | 0.288 | 0.285 | 0.279 | 0.289 |
| Mn | 0.007 | 0.009 | 0.012 | 0.011 | 0.006 | 0.009 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.007 |
| Mg | 1.671 | 1.670 | 1.661 | 1.686 | 1.694 | 1.680 | 1.735 | 1.732 | 1.726 | 1.727 | 1.737 | 1.726 |
| Ca | 0.003 | 0.001 | 0.004 | 0.007 | 0.006 | 0.008 | 0.009 | 0.005 | 0.006 | 0.003 | 0.002 | 0.006 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| K | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.001 | 0.005 | 0.002 | 0.004 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.004 |
| Cr | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 3.005 | 2.989 | 2.992 | 2.996 | 2.990 | 2.994 | 3.013 | 3.017 | 3.016 | 3.013 | 3.016 | 3.016 |
| Fa | 0.164 | 0.149 | 0.155 | 0.144 | 0.137 | 0.146 | 0.134 | 0.141 | 0.143 | 0.141 | 0.139 | 0.143 |
| Fo | 0.836 | 0.851 | 0.845 | 0.856 | 0.863 | 0.854 | 0.866 | 0.859 | 0.857 | 0.859 | 0.862 | 0.857 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | 5A-36A1 | 5A-36A1 | 5A-36A1 | 5A-36A1 | 5A-36A1 | 476.6 | 476.6 | 476.6 |
|--------------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------|-------|
| Unidade | B1a | B1a | B1a | B1a | C1 | C1 | C1 | C1 | C1 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| SiO ₂ | 38.93 | 39.28 | 39.29 | 39.48 | 42.53 | 42.90 | 42.08 | 41.75 | 42.29 | 40.20 | 40.32 | 40.60 |
| TiO ₂ | 0.07 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 13.96 | 14.25 | 13.80 | 12.73 | 4.51 | 3.85 | 2.29 | 2.11 | 3.83 | 8.68 | 7.99 | 8.31 |
| MnO | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.34 | 0.43 | 0.34 | 0.28 | 0.35 | 0.32 | 0.89 | 0.86 | 0.87 |
| MgO | 46.62 | 45.93 | 45.81 | 46.31 | 53.03 | 53.23 | 54.23 | 54.85 | 53.51 | 50.80 | 49.50 | 49.47 |
| CaO | 0.17 | 0.25 | 0.16 | 0.11 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.01 | 0.06 | 0.14 | 0.17 | 0.24 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| NiO | 0.21 | 0.24 | 0.21 | 0.19 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Total | 100.32 | 100.34 | 99.68 | 99.16 | 100.58 | 100.37 | 99.02 | 99.11 | 100.07 | 100.73 | 98.88 | 99.51 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.974 | 0.984 | 0.988 | 0.992 | 1.011 | 1.017 | 1.006 | 0.998 | 1.007 | 0.979 | 0.995 | 0.997 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.292 | 0.298 | 0.290 | 0.268 | 0.090 | 0.076 | 0.046 | 0.042 | 0.076 | 0.177 | 0.165 | 0.171 |
| Mn | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.009 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 0.018 | 0.018 | 0.018 |
| Mg | 1.740 | 1.715 | 1.717 | 1.735 | 1.879 | 1.881 | 1.932 | 1.954 | 1.900 | 1.844 | 1.821 | 1.811 |
| Ca | 0.005 | 0.007 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.004 | 0.005 | 0.006 |
| Na | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.004 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 3.024 | 3.017 | 3.012 | 3.008 | 2.989 | 2.983 | 2.993 | 3.002 | 2.992 | 3.022 | 3.005 | 3.003 |
| Fa | 0.144 | 0.148 | 0.145 | 0.134 | 0.046 | 0.039 | 0.023 | 0.021 | 0.039 | 0.088 | 0.083 | 0.086 |
| Fo | 0.856 | 0.852 | 0.855 | 0.866 | 0.955 | 0.961 | 0.977 | 0.979 | 0.961 | 0.913 | 0.917 | 0.914 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 476.6 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 |
|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 4 | 1 | 2 |
| SiO ₂ | 40.85 | 42.02 | 41.49 | 42.28 | 41.94 | 41.37 | 41.98 | 41.47 | 41.86 | 41.36 | 42.02 | 42.15 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.03 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.28 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.04 |
| FeO | 8.48 | 4.84 | 4.71 | 4.79 | 5.48 | 6.20 | 5.66 | 4.93 | 5.84 | 4.71 | 4.39 | 4.48 |
| MnO | 0.81 | 0.59 | 0.66 | 0.63 | 0.73 | 0.53 | 0.61 | 0.60 | 0.57 | 0.73 | 0.61 | 0.66 |
| MgO | 48.58 | 52.95 | 52.81 | 51.67 | 51.45 | 51.60 | 52.10 | 52.09 | 52.35 | 52.29 | 52.71 | 52.77 |
| CaO | 0.22 | 0.08 | 0.09 | 0.12 | 0.07 | 0.01 | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.07 | 0.05 |
| Na ₂ O | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| NiO | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| Total | 98.96 | 100.54 | 99.97 | 99.78 | 99.71 | 99.75 | 100.42 | 99.21 | 100.71 | 99.22 | 99.80 | 100.16 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.008 | 1.002 | 0.996 | 1.014 | 1.011 | 1.001 | 1.006 | 1.003 | 1.001 | 1.000 | 1.007 | 1.007 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.008 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Ti | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.175 | 0.097 | 0.095 | 0.096 | 0.111 | 0.125 | 0.113 | 0.100 | 0.117 | 0.095 | 0.088 | 0.090 |
| Mn | 0.017 | 0.012 | 0.013 | 0.013 | 0.015 | 0.011 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.015 | 0.012 | 0.013 |
| Mg | 1.787 | 1.883 | 1.890 | 1.848 | 1.849 | 1.861 | 1.861 | 1.878 | 1.867 | 1.885 | 1.883 | 1.879 |
| Ca | 0.006 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.001 |
| Na | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 2.993 | 2.997 | 3.001 | 2.982 | 2.989 | 2.999 | 2.994 | 2.996 | 2.999 | 3.000 | 2.993 | 2.992 |
| Fa | 0.089 | 0.049 | 0.048 | 0.049 | 0.056 | 0.063 | 0.057 | 0.050 | 0.059 | 0.048 | 0.045 | 0.046 |
| Fo | 0.911 | 0.951 | 0.952 | 0.951 | 0.944 | 0.937 | 0.943 | 0.950 | 0.941 | 0.952 | 0.955 | 0.955 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 |
|--------------------------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 2a | 3 | 3a | 4 | 5 |
| SiO ₂ | 42.06 | 41.96 | 41.66 | 41.72 | 41.54 | 40.93 | 40.95 | 41.16 | 41.17 | 41.17 | 41.99 | 41.58 |
| TiO ₂ | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| Al ₂ O ₃ | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 4.46 | 5.02 | 4.84 | 5.35 | 6.02 | 7.00 | 5.75 | 5.85 | 6.04 | 5.99 | 6.17 | 5.91 |
| MnO | 0.75 | 0.57 | 0.60 | 0.64 | 0.50 | 0.58 | 0.49 | 0.52 | 0.55 | 0.59 | 0.60 | 0.52 |
| MgO | 52.93 | 52.11 | 52.70 | 52.60 | 51.68 | 50.42 | 51.58 | 50.90 | 51.09 | 50.66 | 51.81 | 51.84 |
| CaO | 0.11 | 0.04 | 0.08 | 0.11 | 0.09 | 0.09 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.07 | 0.05 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| NiO | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Total | 100.37 | 99.77 | 99.95 | 100.49 | 99.86 | 99.07 | 98.85 | 98.49 | 98.91 | 98.45 | 100.64 | 99.96 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.004 | 1.008 | 1.000 | 0.999 | 1.003 | 1.001 | 0.998 | 1.006 | 1.004 | 1.008 | 1.006 | 1.002 |
| Al | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Fe ² | 0.089 | 0.101 | 0.097 | 0.107 | 0.122 | 0.143 | 0.117 | 0.120 | 0.123 | 0.123 | 0.124 | 0.119 |
| Mn | 0.015 | 0.012 | 0.012 | 0.013 | 0.010 | 0.012 | 0.010 | 0.011 | 0.011 | 0.012 | 0.012 | 0.011 |
| Mg | 1.883 | 1.867 | 1.886 | 1.877 | 1.860 | 1.839 | 1.874 | 1.855 | 1.857 | 1.849 | 1.850 | 1.863 |
| Ca | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 2.995 | 2.990 | 2.999 | 3.001 | 2.997 | 2.999 | 3.002 | 2.994 | 2.996 | 2.992 | 2.994 | 2.997 |
| Fa | 0.045 | 0.051 | 0.049 | 0.054 | 0.061 | 0.072 | 0.059 | 0.061 | 0.062 | 0.062 | 0.063 | 0.060 |
| Fo | 0.955 | 0.949 | 0.951 | 0.946 | 0.939 | 0.928 | 0.941 | 0.939 | 0.938 | 0.938 | 0.937 | 0.940 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 210 | 210 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 |
|--------------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 3a | 3a.1 | 4 | 5 | 5a | 6 | 7 |
| SiO ₂ | 41.14 | 41.90 | 41.83 | 40.73 | 40.57 | 41.32 | 41.41 | 41.21 | 41.96 | 41.43 | 41.23 | 41.40 |
| TiO ₂ | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.13 | 0.28 | 0.31 | 0.17 | 0.29 | 0.17 | 0.27 | 0.33 | 0.37 |
| Al ₂ O ₃ | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.00 |
| FeO | 5.69 | 7.47 | 6.90 | 7.45 | 7.49 | 7.63 | 7.84 | 7.46 | 7.14 | 7.35 | 7.35 | 7.55 |
| MnO | 0.59 | 0.44 | 1.07 | 1.06 | 1.23 | 1.25 | 1.03 | 1.08 | 1.08 | 1.09 | 1.02 | 1.23 |
| MgO | 51.52 | 50.38 | 50.00 | 49.25 | 48.24 | 49.71 | 49.49 | 49.66 | 49.80 | 49.82 | 49.13 | 48.97 |
| CaO | 0.09 | 0.04 | 0.40 | 0.74 | 0.85 | 0.89 | 0.57 | 0.87 | 0.64 | 0.70 | 0.72 | 0.84 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.02 |
| NiO | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.05 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| Total | 99.10 | 100.26 | 100.26 | 99.39 | 98.70 | 101.13 | 100.52 | 100.66 | 100.81 | 100.68 | 99.86 | 100.43 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.000 | 1.012 | 1.012 | 0.999 | 1.003 | 0.998 | 1.004 | 0.999 | 1.011 | 1.002 | 1.005 | 1.006 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.006 | 0.003 | 0.005 | 0.003 | 0.005 | 0.006 | 0.007 |
| Fe ² | 0.116 | 0.151 | 0.140 | 0.153 | 0.155 | 0.154 | 0.159 | 0.151 | 0.144 | 0.149 | 0.150 | 0.153 |
| Mn | 0.012 | 0.009 | 0.022 | 0.022 | 0.026 | 0.026 | 0.021 | 0.022 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.025 |
| Mg | 1.867 | 1.814 | 1.803 | 1.802 | 1.778 | 1.790 | 1.789 | 1.794 | 1.789 | 1.796 | 1.785 | 1.773 |
| Ca | 0.002 | 0.001 | 0.010 | 0.020 | 0.023 | 0.023 | 0.015 | 0.023 | 0.017 | 0.018 | 0.019 | 0.022 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| Ni | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 2.999 | 2.988 | 2.988 | 2.999 | 2.991 | 2.997 | 2.992 | 2.996 | 2.986 | 2.993 | 2.989 | 2.988 |
| Fa | 0.058 | 0.077 | 0.072 | 0.078 | 0.080 | 0.079 | 0.082 | 0.078 | 0.075 | 0.076 | 0.077 | 0.080 |
| Fo | 0.942 | 0.923 | 0.928 | 0.922 | 0.920 | 0.921 | 0.918 | 0.922 | 0.926 | 0.924 | 0.923 | 0.920 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 |
|--------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| SiO ₂ | 41.37 | 41.34 | 41.74 | 41.59 | 41.43 | 41.18 | 41.90 | 41.27 | 41.52 | 40.90 | 41.84 | 41.42 |
| TiO ₂ | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.27 | 0.00 | 0.20 | 0.01 | 0.24 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 7.49 | 7.82 | 7.80 | 7.91 | 7.85 | 7.95 | 7.48 | 7.74 | 7.49 | 7.44 | 7.50 | 7.83 |
| MnO | 1.12 | 1.11 | 1.19 | 1.26 | 1.05 | 1.08 | 0.96 | 1.02 | 1.09 | 1.01 | 1.09 | 1.06 |
| MgO | 48.40 | 49.09 | 48.96 | 48.64 | 49.68 | 48.23 | 49.86 | 49.15 | 49.21 | 49.09 | 49.70 | 49.62 |
| CaO | 1.20 | 0.87 | 0.76 | 0.85 | 0.62 | 0.75 | 0.58 | 0.76 | 0.77 | 0.62 | 0.80 | 0.74 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| NiO | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.03 |
| Total | 99.71 | 100.31 | 100.50 | 100.37 | 100.69 | 99.26 | 100.93 | 100.24 | 100.11 | 99.30 | 100.96 | 100.92 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.012 | 1.006 | 1.012 | 1.012 | 1.004 | 1.012 | 1.009 | 1.004 | 1.010 | 1.003 | 1.009 | 1.001 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.004 |
| Fe ² | 0.153 | 0.159 | 0.158 | 0.161 | 0.159 | 0.163 | 0.151 | 0.157 | 0.152 | 0.153 | 0.151 | 0.158 |
| Mn | 0.023 | 0.023 | 0.024 | 0.026 | 0.022 | 0.023 | 0.020 | 0.021 | 0.023 | 0.021 | 0.022 | 0.022 |
| Mg | 1.765 | 1.781 | 1.770 | 1.764 | 1.794 | 1.768 | 1.791 | 1.782 | 1.784 | 1.795 | 1.787 | 1.788 |
| Ca | 0.031 | 0.023 | 0.020 | 0.022 | 0.016 | 0.020 | 0.015 | 0.020 | 0.020 | 0.016 | 0.021 | 0.019 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Cations | 2.987 | 2.994 | 2.986 | 2.988 | 2.995 | 2.987 | 2.989 | 2.990 | 2.990 | 2.993 | 2.991 | 2.994 |
| Fa | 0.080 | 0.082 | 0.082 | 0.084 | 0.081 | 0.085 | 0.078 | 0.081 | 0.079 | 0.078 | 0.078 | 0.081 |
| Fo | 0.920 | 0.918 | 0.918 | 0.916 | 0.919 | 0.915 | 0.922 | 0.919 | 0.921 | 0.922 | 0.922 | 0.919 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| SiO ₂ | 41.56 | 37.90 | 40.88 | 40.77 | 40.97 | 41.11 | 41.09 | 41.58 | 41.13 | 41.07 | 40.79 | 40.93 |
| TiO ₂ | 0.05 | 0.04 | 0.00 | 0.32 | 0.29 | 0.41 | 0.05 | 0.00 | 0.22 | 0.21 | 0.23 | 0.22 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 |
| FeO | 6.24 | 7.60 | 8.03 | 8.17 | 7.92 | 7.85 | 7.84 | 6.89 | 7.81 | 7.56 | 7.98 | 7.98 |
| MnO | 0.95 | 0.96 | 1.06 | 0.99 | 1.10 | 0.98 | 1.11 | 0.92 | 1.02 | 1.04 | 1.08 | 1.02 |
| MgO | 50.67 | 46.36 | 48.83 | 47.91 | 48.76 | 48.46 | 48.21 | 50.25 | 49.04 | 48.69 | 48.84 | 48.56 |
| CaO | 0.54 | 0.71 | 0.74 | 0.90 | 0.85 | 1.00 | 0.73 | 0.24 | 0.77 | 0.74 | 0.81 | 0.83 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.05 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.08 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 100.02 | 93.61 | 99.62 | 99.11 | 99.89 | 99.87 | 99.07 | 99.93 | 100.05 | 99.36 | 99.81 | 99.60 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.005 | 0.991 | 1.003 | 1.006 | 1.002 | 1.005 | 1.011 | 1.008 | 1.003 | 1.007 | 0.999 | 1.004 |
| Al | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Ti | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.006 | 0.005 | 0.008 | 0.001 | 0.000 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 |
| Fe ² | 0.126 | 0.166 | 0.165 | 0.169 | 0.162 | 0.161 | 0.161 | 0.140 | 0.159 | 0.155 | 0.164 | 0.164 |
| Mn | 0.020 | 0.021 | 0.022 | 0.021 | 0.023 | 0.020 | 0.023 | 0.019 | 0.021 | 0.022 | 0.022 | 0.021 |
| Mg | 1.827 | 1.807 | 1.786 | 1.762 | 1.778 | 1.766 | 1.769 | 1.817 | 1.783 | 1.780 | 1.784 | 1.776 |
| Ca | 0.014 | 0.020 | 0.020 | 0.024 | 0.022 | 0.026 | 0.019 | 0.006 | 0.020 | 0.019 | 0.021 | 0.022 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 2.993 | 3.007 | 2.997 | 2.988 | 2.992 | 2.987 | 2.986 | 2.991 | 2.993 | 2.989 | 2.997 | 2.992 |
| Fa | 0.065 | 0.084 | 0.085 | 0.087 | 0.084 | 0.083 | 0.084 | 0.071 | 0.082 | 0.080 | 0.084 | 0.084 |
| Fo | 0.935 | 0.916 | 0.916 | 0.913 | 0.917 | 0.917 | 0.916 | 0.929 | 0.918 | 0.920 | 0.916 | 0.916 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 292D1 | 292D1 |
|--------------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 4 | 4 | 4 | f | f | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| Ponto | 5 | 6 | 7 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 |
| SiO ₂ | 40.89 | 41.29 | 41.52 | 40.76 | 40.78 | 41.61 | 41.22 | 41.54 | 41.43 | 41.95 | 42.12 | 41.57 |
| TiO ₂ | 0.36 | 0.01 | 0.03 | 0.07 | 0.31 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 7.93 | 8.04 | 7.66 | 7.54 | 8.07 | 8.04 | 8.26 | 7.55 | 7.85 | 8.20 | 5.36 | 5.39 |
| MnO | 1.02 | 0.94 | 0.98 | 1.02 | 1.01 | 1.07 | 1.06 | 1.01 | 1.14 | 0.97 | 0.48 | 0.42 |
| MgO | 48.35 | 49.60 | 49.08 | 49.52 | 48.39 | 48.56 | 48.17 | 48.88 | 49.24 | 49.32 | 53.76 | 52.06 |
| CaO | 0.91 | 0.58 | 0.80 | 0.26 | 0.86 | 0.70 | 0.98 | 0.63 | 0.64 | 0.49 | 0.03 | 0.01 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.09 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| Total | 99.48 | 100.48 | 100.12 | 99.17 | 99.51 | 100.02 | 99.74 | 99.69 | 100.32 | 100.98 | 101.78 | 99.45 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.004 | 1.003 | 1.010 | 1.001 | 1.002 | 1.015 | 1.011 | 1.014 | 1.007 | 1.013 | 0.995 | 1.004 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.007 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Fe ² | 0.163 | 0.163 | 0.156 | 0.155 | 0.166 | 0.164 | 0.169 | 0.154 | 0.160 | 0.166 | 0.106 | 0.109 |
| Mn | 0.021 | 0.019 | 0.020 | 0.021 | 0.021 | 0.022 | 0.022 | 0.021 | 0.024 | 0.020 | 0.010 | 0.009 |
| Mg | 1.770 | 1.796 | 1.780 | 1.813 | 1.773 | 1.765 | 1.760 | 1.778 | 1.784 | 1.775 | 1.893 | 1.874 |
| Ca | 0.024 | 0.015 | 0.021 | 0.007 | 0.023 | 0.018 | 0.026 | 0.017 | 0.017 | 0.013 | 0.001 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 2.990 | 2.997 | 2.989 | 2.998 | 2.992 | 2.985 | 2.989 | 2.985 | 2.992 | 2.987 | 3.004 | 2.996 |
| Fa | 0.084 | 0.083 | 0.081 | 0.079 | 0.086 | 0.085 | 0.088 | 0.080 | 0.082 | 0.085 | 0.053 | 0.055 |
| Fo | 0.916 | 0.917 | 0.920 | 0.921 | 0.914 | 0.915 | 0.912 | 0.920 | 0.918 | 0.915 | 0.947 | 0.945 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 10A41A | 10A41A | 10A41A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5a | 1 | 2 | 3 | |
| SiO ₂ | 42.15 | 42.42 | 41.98 | 42.24 | 42.65 | 42.62 | 41.99 | 41.91 | 42.34 | 41.93 | 41.19 | 41.34 | |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | |
| Al ₂ O ₃ | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | |
| FeO | 5.20 | 5.29 | 5.44 | 3.81 | 3.49 | 2.72 | 4.75 | 4.85 | 5.04 | 5.72 | 6.37 | 6.33 | |
| MnO | 0.37 | 0.34 | 0.44 | 0.43 | 0.44 | 0.42 | 0.41 | 0.33 | 0.46 | 0.69 | 0.58 | 0.71 | |
| MgO | 52.83 | 52.63 | 52.32 | 53.31 | 53.46 | 54.17 | 53.39 | 52.61 | 53.10 | 51.73 | 50.81 | 51.39 | |
| CaO | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.03 | 0.25 | 0.05 | 0.00 | 0.11 | 0.12 | 0.14 | 0.19 | 0.19 | |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| K ₂ O | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | |
| NiO | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | |
| Cr ₂ O ₃ | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | |
| Total | 100.58 | 100.74 | 100.28 | 99.86 | 100.39 | 100.00 | 100.54 | 99.85 | 101.09 | 100.28 | 99.21 | 99.96 | |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.005 | 1.010 | 1.006 | 1.008 | 1.011 | 1.010 | 1.000 | 1.005 | 1.005 | 1.006 | 1.003 | 1.000 | |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | |
| Ti | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | |
| Fe ² | 0.104 | 0.105 | 0.109 | 0.076 | 0.069 | 0.054 | 0.095 | 0.097 | 0.100 | 0.115 | 0.130 | 0.128 | |
| Mn | 0.008 | 0.007 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.009 | 0.014 | 0.012 | 0.015 | |
| Mg | 1.877 | 1.867 | 1.868 | 1.897 | 1.890 | 1.915 | 1.896 | 1.881 | 1.878 | 1.851 | 1.845 | 1.852 | |
| Ca | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.006 | 0.001 | 0.000 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| K | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | |
| Cr | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | |
| Cations | 2.994 | 2.991 | 2.994 | 2.992 | 2.988 | 2.989 | 3.000 | 2.994 | 2.996 | 2.992 | 2.996 | 3.000 | |
| Fa | 0.052 | 0.053 | 0.055 | 0.039 | 0.035 | 0.027 | 0.048 | 0.049 | 0.051 | 0.058 | 0.066 | 0.065 | |
| Fo | 0.948 | 0.947 | 0.945 | 0.961 | 0.965 | 0.973 | 0.953 | 0.951 | 0.949 | 0.942 | 0.934 | 0.935 | |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 |
| SiO ₂ | 41.01 | 41.87 | 41.80 | 42.44 | 42.35 | 41.96 | 41.44 | 40.87 | 41.29 | 41.74 | 41.87 | 42.24 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 |
| FeO | 5.96 | 5.47 | 6.30 | 5.91 | 5.96 | 6.57 | 5.75 | 6.57 | 6.27 | 6.21 | 6.50 | 6.69 |
| MnO | 0.63 | 0.63 | 0.76 | 0.71 | 0.73 | 0.72 | 0.60 | 0.73 | 0.70 | 0.66 | 0.76 | 0.76 |
| MgO | 51.67 | 52.09 | 51.59 | 51.75 | 51.49 | 51.30 | 51.70 | 51.18 | 51.50 | 51.43 | 50.88 | 51.17 |
| CaO | 0.17 | 0.24 | 0.22 | 0.15 | 0.18 | 0.24 | 0.14 | 0.22 | 0.15 | 0.21 | 0.17 | 0.16 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 |
| Total | 99.45 | 100.33 | 100.72 | 100.97 | 100.74 | 100.80 | 99.65 | 99.62 | 99.94 | 100.31 | 100.24 | 101.03 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.996 | 1.004 | 1.003 | 1.012 | 1.013 | 1.007 | 1.002 | 0.994 | 0.999 | 1.004 | 1.009 | 1.011 |
| Al | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Fe ² | 0.121 | 0.110 | 0.127 | 0.118 | 0.119 | 0.132 | 0.116 | 0.134 | 0.127 | 0.125 | 0.131 | 0.134 |
| Mn | 0.013 | 0.013 | 0.016 | 0.014 | 0.015 | 0.015 | 0.012 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.016 | 0.015 |
| Mg | 1.870 | 1.862 | 1.845 | 1.840 | 1.835 | 1.834 | 1.863 | 1.856 | 1.857 | 1.845 | 1.829 | 1.825 |
| Ca | 0.004 | 0.006 | 0.006 | 0.004 | 0.005 | 0.006 | 0.004 | 0.006 | 0.004 | 0.006 | 0.004 | 0.004 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 3.005 | 2.995 | 2.997 | 2.988 | 2.987 | 2.994 | 2.998 | 3.005 | 3.002 | 2.995 | 2.990 | 2.989 |
| Fa | 0.061 | 0.056 | 0.064 | 0.060 | 0.061 | 0.067 | 0.059 | 0.067 | 0.064 | 0.063 | 0.067 | 0.068 |
| Fo | 0.939 | 0.944 | 0.936 | 0.940 | 0.939 | 0.933 | 0.941 | 0.933 | 0.936 | 0.937 | 0.933 | 0.932 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6a | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| SiO ₂ | 42.37 | 40.98 | 41.03 | 41.04 | 40.88 | 41.42 | 41.46 | 41.92 | 41.76 | 41.64 | 40.90 | 40.59 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 |
| FeO | 6.41 | 7.00 | 6.02 | 6.18 | 6.72 | 6.14 | 6.09 | 6.83 | 7.31 | 7.40 | 7.04 | 7.06 |
| MnO | 0.73 | 0.65 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.69 | 0.64 | 0.70 | 0.78 | 0.82 | 0.72 | 0.81 |
| MgO | 51.09 | 50.99 | 51.58 | 51.49 | 50.80 | 51.68 | 51.09 | 50.60 | 50.65 | 50.26 | 50.42 | 50.51 |
| CaO | 0.20 | 0.15 | 0.09 | 0.04 | 0.31 | 0.06 | 0.16 | 0.19 | 0.26 | 0.35 | 0.34 | 0.30 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 |
| NiO | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| Total | 100.83 | 99.79 | 99.38 | 99.42 | 99.44 | 99.99 | 99.47 | 100.32 | 100.76 | 100.49 | 99.43 | 99.31 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.014 | 0.996 | 0.997 | 0.997 | 0.997 | 1.000 | 1.006 | 1.011 | 1.006 | 1.006 | 0.998 | 0.993 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| Ti | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.128 | 0.142 | 0.122 | 0.126 | 0.137 | 0.124 | 0.124 | 0.138 | 0.147 | 0.150 | 0.144 | 0.144 |
| Mn | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.014 | 0.016 | 0.017 | 0.015 | 0.017 |
| Mg | 1.823 | 1.848 | 1.868 | 1.865 | 1.846 | 1.860 | 1.847 | 1.819 | 1.818 | 1.811 | 1.835 | 1.843 |
| Ca | 0.005 | 0.004 | 0.002 | 0.001 | 0.008 | 0.001 | 0.004 | 0.005 | 0.007 | 0.009 | 0.009 | 0.008 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Ni | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 2.986 | 3.004 | 3.003 | 3.002 | 3.003 | 3.000 | 2.994 | 2.989 | 2.994 | 2.994 | 3.001 | 3.007 |
| Fa | 0.066 | 0.072 | 0.062 | 0.063 | 0.069 | 0.063 | 0.063 | 0.070 | 0.075 | 0.076 | 0.073 | 0.073 |
| Fo | 0.934 | 0.928 | 0.939 | 0.937 | 0.931 | 0.938 | 0.937 | 0.930 | 0.925 | 0.924 | 0.927 | 0.927 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | SF101.5D1 | SF101.5D1 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | P1 | P1 |
| Grão | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Ponto | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5a | 3 | 3.1 |
| SiO ₂ | 40.86 | 41.28 | 41.20 | 41.18 | 41.58 | 41.46 | 40.84 | 40.51 | 42.07 | 42.17 | 39.89 | 39.76 |
| TiO ₂ | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.02 |
| Al ₂ O ₃ | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.13 | 0.02 |
| FeO | 6.98 | 7.16 | 6.92 | 7.20 | 6.35 | 6.81 | 6.62 | 6.70 | 5.68 | 6.66 | 9.20 | 9.32 |
| MnO | 0.71 | 0.79 | 0.79 | 0.72 | 0.67 | 0.86 | 0.67 | 0.73 | 0.61 | 0.75 | 0.87 | 0.88 |
| MgO | 50.25 | 50.14 | 49.98 | 50.63 | 51.75 | 51.20 | 51.25 | 49.94 | 52.32 | 51.02 | 47.64 | 48.13 |
| CaO | 0.33 | 0.26 | 0.30 | 0.23 | 0.19 | 0.24 | 0.22 | 0.26 | 0.16 | 0.28 | 0.29 | 0.28 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| NiO | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.05 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 99.17 | 99.68 | 99.19 | 99.99 | 100.58 | 100.62 | 99.69 | 98.17 | 100.87 | 100.96 | 98.02 | 98.47 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.000 | 1.004 | 1.007 | 1.000 | 0.999 | 0.999 | 0.993 | 1.000 | 1.004 | 1.010 | 0.999 | 0.993 |
| Al | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.001 |
| Ti | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.143 | 0.146 | 0.142 | 0.146 | 0.128 | 0.137 | 0.135 | 0.138 | 0.113 | 0.133 | 0.193 | 0.195 |
| Mn | 0.015 | 0.016 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.017 | 0.014 | 0.015 | 0.012 | 0.015 | 0.018 | 0.019 |
| Mg | 1.833 | 1.819 | 1.821 | 1.833 | 1.854 | 1.839 | 1.858 | 1.838 | 1.861 | 1.821 | 1.778 | 1.791 |
| Ca | 0.009 | 0.007 | 0.008 | 0.006 | 0.005 | 0.006 | 0.006 | 0.007 | 0.004 | 0.007 | 0.008 | 0.008 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| Cr | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 3.000 | 2.993 | 2.993 | 3.000 | 3.000 | 2.999 | 3.007 | 2.999 | 2.996 | 2.989 | 3.000 | 3.007 |
| Fa | 0.072 | 0.074 | 0.072 | 0.074 | 0.064 | 0.069 | 0.068 | 0.070 | 0.057 | 0.068 | 0.098 | 0.098 |
| Fo | 0.928 | 0.926 | 0.928 | 0.926 | 0.936 | 0.931 | 0.933 | 0.930 | 0.943 | 0.932 | 0.902 | 0.902 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 |
| SiO ₂ | 41.31 | 41.12 | 40.65 | 40.67 | 41.13 | 40.25 | 40.62 | 41.00 | 41.34 | 40.88 | 40.88 | 40.38 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.10 | 0.08 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 6.20 | 8.72 | 8.46 | 8.83 | 7.38 | 9.59 | 8.58 | 8.76 | 8.86 | 8.74 | 9.22 | 7.88 |
| MnO | 0.72 | 0.78 | 0.68 | 0.71 | 0.57 | 0.75 | 0.71 | 0.69 | 0.77 | 0.83 | 0.82 | 0.68 |
| MgO | 52.03 | 49.96 | 49.70 | 49.63 | 51.21 | 49.79 | 49.90 | 49.75 | 49.15 | 49.61 | 49.86 | 49.65 |
| CaO | 0.11 | 0.19 | 0.28 | 0.27 | 0.15 | 0.13 | 0.24 | 0.16 | 1.04 | 0.23 | 0.12 | 0.18 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.02 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| Total | 100.37 | 100.83 | 99.82 | 100.21 | 100.46 | 100.59 | 100.17 | 100.45 | 101.27 | 100.30 | 100.92 | 98.81 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.995 | 0.997 | 0.995 | 0.994 | 0.994 | 0.984 | 0.992 | 0.998 | 1.001 | 0.997 | 0.993 | 0.996 |
| Al | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.125 | 0.177 | 0.173 | 0.180 | 0.149 | 0.196 | 0.175 | 0.178 | 0.179 | 0.178 | 0.187 | 0.163 |
| Mn | 0.015 | 0.016 | 0.014 | 0.015 | 0.012 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.017 | 0.017 | 0.014 |
| Mg | 1.868 | 1.805 | 1.814 | 1.808 | 1.846 | 1.815 | 1.816 | 1.805 | 1.774 | 1.804 | 1.806 | 1.825 |
| Ca | 0.003 | 0.005 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.003 | 0.006 | 0.004 | 0.027 | 0.006 | 0.003 | 0.005 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 3.005 | 3.001 | 3.005 | 3.006 | 3.006 | 3.015 | 3.007 | 3.001 | 2.999 | 3.002 | 3.007 | 3.004 |
| Fa | 0.063 | 0.089 | 0.087 | 0.091 | 0.075 | 0.098 | 0.088 | 0.090 | 0.092 | 0.090 | 0.094 | 0.082 |
| Fo | 0.937 | 0.911 | 0.913 | 0.909 | 0.925 | 0.903 | 0.912 | 0.910 | 0.908 | 0.910 | 0.906 | 0.918 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 |
|--------------------------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 |
| Grão | 4 | 4 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Ponto | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3a | 4 | 5 | 5a | 6 | 7 | 8 |
| SiO ₂ | 40.21 | 40.29 | 39.79 | 39.28 | 40.55 | 40.71 | 40.68 | 41.23 | 42.04 | 40.33 | 40.14 | 40.40 |
| TiO ₂ | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.07 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| FeO | 9.84 | 9.15 | 9.54 | 11.66 | 9.98 | 9.59 | 9.53 | 9.03 | 8.99 | 8.93 | 9.65 | 9.52 |
| MnO | 0.76 | 0.75 | 0.78 | 0.80 | 0.84 | 0.81 | 0.91 | 0.84 | 0.75 | 0.84 | 0.91 | 0.92 |
| MgO | 48.56 | 48.90 | 48.92 | 48.20 | 49.15 | 49.16 | 48.66 | 46.74 | 46.66 | 49.32 | 49.38 | 49.21 |
| CaO | 0.26 | 0.29 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.22 | 0.53 | 2.21 | 2.57 | 0.15 | 0.14 | 0.15 |
| Na ₂ O | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 |
| NiO | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 |
| Total | 99.70 | 99.39 | 99.19 | 100.13 | 100.71 | 100.55 | 100.37 | 100.17 | 101.07 | 99.60 | 100.33 | 100.24 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.993 | 0.994 | 0.987 | 0.976 | 0.991 | 0.995 | 0.997 | 1.012 | 1.022 | 0.992 | 0.985 | 0.991 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Ti | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Fe ² | 0.203 | 0.189 | 0.198 | 0.242 | 0.204 | 0.196 | 0.195 | 0.185 | 0.183 | 0.184 | 0.198 | 0.195 |
| Mn | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.019 | 0.018 | 0.015 | 0.018 | 0.019 | 0.019 |
| Mg | 1.787 | 1.799 | 1.808 | 1.785 | 1.791 | 1.790 | 1.777 | 1.711 | 1.690 | 1.809 | 1.806 | 1.799 |
| Ca | 0.007 | 0.008 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.006 | 0.014 | 0.058 | 0.067 | 0.004 | 0.004 | 0.004 |
| Na | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Cations | 3.007 | 3.006 | 3.014 | 3.024 | 3.009 | 3.005 | 3.004 | 2.987 | 2.980 | 3.007 | 3.014 | 3.009 |
| Fa | 0.102 | 0.095 | 0.099 | 0.120 | 0.102 | 0.099 | 0.099 | 0.098 | 0.098 | 0.092 | 0.099 | 0.098 |
| Fo | 0.898 | 0.905 | 0.901 | 0.881 | 0.898 | 0.901 | 0.901 | 0.902 | 0.903 | 0.908 | 0.901 | 0.902 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 |
| Grão | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Ponto | 9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| SiO ₂ | 39.67 | 40.44 | 40.70 | 40.66 | 40.60 | 40.97 | 40.31 | 39.91 | 39.48 | 39.48 | 39.84 | 39.76 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.10 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| FeO | 10.22 | 9.04 | 8.32 | 7.47 | 7.92 | 8.00 | 9.35 | 11.32 | 11.73 | 11.63 | 11.60 | 11.59 |
| MnO | 0.80 | 0.71 | 0.80 | 0.60 | 0.63 | 0.65 | 0.80 | 0.90 | 0.83 | 0.79 | 0.79 | 0.88 |
| MgO | 49.72 | 49.64 | 50.61 | 51.15 | 51.34 | 50.72 | 48.95 | 47.26 | 47.29 | 46.88 | 47.31 | 47.60 |
| CaO | 0.17 | 0.41 | 0.27 | 0.23 | 0.36 | 0.40 | 0.29 | 0.20 | 0.20 | 0.22 | 0.24 | 0.20 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| NiO | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.01 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| Total | 100.58 | 100.35 | 100.78 | 100.12 | 100.87 | 100.80 | 99.82 | 99.62 | 99.60 | 99.05 | 99.79 | 100.09 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.974 | 0.989 | 0.987 | 0.988 | 0.982 | 0.992 | 0.992 | 0.993 | 0.985 | 0.990 | 0.991 | 0.987 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.210 | 0.185 | 0.169 | 0.152 | 0.160 | 0.162 | 0.192 | 0.236 | 0.245 | 0.244 | 0.241 | 0.241 |
| Mn | 0.017 | 0.015 | 0.016 | 0.012 | 0.013 | 0.013 | 0.017 | 0.019 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.019 |
| Mg | 1.820 | 1.809 | 1.830 | 1.853 | 1.852 | 1.830 | 1.795 | 1.753 | 1.759 | 1.752 | 1.754 | 1.761 |
| Ca | 0.005 | 0.011 | 0.007 | 0.006 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.006 | 0.005 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 3.026 | 3.010 | 3.011 | 3.012 | 3.017 | 3.008 | 3.007 | 3.007 | 3.014 | 3.010 | 3.009 | 3.013 |
| Fa | 0.103 | 0.093 | 0.084 | 0.076 | 0.080 | 0.081 | 0.097 | 0.119 | 0.122 | 0.122 | 0.121 | 0.120 |
| Fo | 0.897 | 0.907 | 0.916 | 0.924 | 0.920 | 0.919 | 0.903 | 0.882 | 0.878 | 0.878 | 0.879 | 0.880 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 |
| Grão | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| SiO ₂ | 39.48 | 40.06 | 39.96 | 39.88 | 39.70 | 41.27 | 41.50 | 41.26 | 41.10 | 41.28 | 40.88 | 41.28 |
| TiO ₂ | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.06 | 0.07 | 0.04 |
| FeO | 11.06 | 10.58 | 9.57 | 9.77 | 10.35 | 9.56 | 6.65 | 9.37 | 9.66 | 8.72 | 9.14 | 8.20 |
| MnO | 0.79 | 0.86 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.79 | 0.56 | 0.75 | 0.89 | 0.74 | 0.76 | 0.81 |
| MgO | 48.92 | 48.89 | 50.24 | 49.26 | 48.75 | 46.69 | 50.47 | 48.63 | 48.54 | 48.95 | 49.30 | 49.91 |
| CaO | 0.22 | 0.25 | 0.17 | 0.21 | 0.10 | 1.79 | 0.12 | 0.26 | 0.44 | 0.37 | 0.34 | 0.08 |
| Na ₂ O | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| NiO | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 100.55 | 100.68 | 100.83 | 100.02 | 99.78 | 100.19 | 99.37 | 100.39 | 100.68 | 100.18 | 100.49 | 100.33 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.974 | 0.984 | 0.976 | 0.983 | 0.983 | 1.014 | 1.009 | 1.007 | 1.003 | 1.007 | 0.997 | 1.003 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.001 |
| Ti | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.228 | 0.217 | 0.196 | 0.201 | 0.214 | 0.196 | 0.135 | 0.191 | 0.197 | 0.178 | 0.186 | 0.167 |
| Mn | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.016 | 0.012 | 0.016 | 0.018 | 0.015 | 0.016 | 0.017 |
| Mg | 1.799 | 1.790 | 1.829 | 1.809 | 1.799 | 1.709 | 1.829 | 1.769 | 1.765 | 1.780 | 1.792 | 1.807 |
| Ca | 0.006 | 0.007 | 0.004 | 0.006 | 0.003 | 0.047 | 0.003 | 0.007 | 0.012 | 0.010 | 0.009 | 0.002 |
| Na | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 3.025 | 3.017 | 3.024 | 3.018 | 3.017 | 2.985 | 2.990 | 2.993 | 2.996 | 2.992 | 3.002 | 2.997 |
| Fa | 0.113 | 0.108 | 0.097 | 0.100 | 0.106 | 0.103 | 0.069 | 0.098 | 0.100 | 0.091 | 0.094 | 0.084 |
| Fo | 0.888 | 0.892 | 0.903 | 0.900 | 0.894 | 0.897 | 0.931 | 0.903 | 0.900 | 0.909 | 0.906 | 0.916 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | FVL145A | FVL145A | FVL145A |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P2 | P2 | P2 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 | 3 |
| SiO ₂ | 41.97 | 39.11 | 40.55 | 40.78 | 40.86 | 40.92 | 41.11 | 41.27 | 40.85 | 41.11 | 41.48 | 41.80 | 43.36 | 43.03 | 43.24 |
| TiO ₂ | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 |
| Al ₂ O ₃ | 0.10 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.04 | 0.07 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 5.50 | 9.29 | 8.58 | 9.87 | 8.54 | 8.04 | 8.68 | 8.47 | 8.87 | 9.06 | 8.02 | 6.85 | 3.04 | 3.04 | 3.00 |
| MnO | 0.62 | 0.78 | 0.72 | 0.91 | 0.74 | 0.83 | 0.71 | 0.70 | 0.74 | 0.76 | 0.71 | 0.60 | 0.47 | 0.45 | 0.49 |
| MgO | 51.88 | 46.92 | 48.86 | 48.19 | 49.00 | 49.48 | 49.51 | 49.49 | 49.56 | 49.24 | 50.16 | 51.38 | 55.45 | 54.76 | 54.86 |
| CaO | 0.02 | 0.37 | 0.45 | 0.19 | 0.45 | 0.42 | 0.27 | 0.37 | 0.28 | 0.33 | 0.17 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.10 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 |
| NiO | 0.03 | 0.03 | 0.08 | 0.00 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 100.14 | 96.51 | 99.27 | 100.00 | 99.71 | 99.78 | 100.35 | 100.33 | 100.42 | 100.56 | 100.58 | 100.74 | 102.43 | 101.37 | 101.72 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.007 | 0.996 | 0.999 | 1.002 | 1.002 | 1.000 | 1.001 | 1.004 | 0.996 | 1.001 | 1.004 | 1.004 | 1.006 | 1.008 | 1.010 |
| Al | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.110 | 0.198 | 0.177 | 0.203 | 0.175 | 0.164 | 0.177 | 0.172 | 0.181 | 0.185 | 0.162 | 0.138 | 0.059 | 0.060 | 0.059 |
| Mn | 0.013 | 0.017 | 0.015 | 0.019 | 0.015 | 0.017 | 0.015 | 0.014 | 0.015 | 0.016 | 0.015 | 0.012 | 0.009 | 0.009 | 0.010 |
| Mg | 1.856 | 1.782 | 1.795 | 1.766 | 1.791 | 1.803 | 1.797 | 1.794 | 1.801 | 1.787 | 1.810 | 1.840 | 1.917 | 1.913 | 1.909 |
| Ca | 0.001 | 0.010 | 0.012 | 0.005 | 0.012 | 0.011 | 0.007 | 0.010 | 0.007 | 0.009 | 0.004 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 2.991 | 3.004 | 3.001 | 2.997 | 2.997 | 2.999 | 2.999 | 2.995 | 3.003 | 2.998 | 2.996 | 2.996 | 2.994 | 2.992 | 2.990 |
| Fa | 0.056 | 0.100 | 0.090 | 0.103 | 0.089 | 0.084 | 0.090 | 0.088 | 0.091 | 0.094 | 0.082 | 0.070 | 0.030 | 0.030 | 0.030 |
| Fo | 0.944 | 0.900 | 0.910 | 0.897 | 0.911 | 0.917 | 0.910 | 0.912 | 0.909 | 0.906 | 0.918 | 0.930 | 0.970 | 0.970 | 0.970 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 4 | 5 | 9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| SiO ₂ | 44.09 | 42.49 | 43.57 | 42.96 | 41.85 | 42.41 | 41.57 | 41.92 | 41.60 | 41.60 | 42.27 | 42.82 | 41.79 |
| TiO ₂ | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 3.02 | 2.88 | 3.05 | 3.02 | 3.42 | 3.13 | 2.78 | 2.69 | 3.14 | 3.04 | 3.03 | 2.89 | 3.05 |
| MnO | 0.41 | 0.44 | 0.42 | 0.45 | 0.41 | 0.43 | 0.38 | 0.48 | 0.45 | 0.48 | 0.53 | 0.45 | 0.43 |
| MgO | 55.78 | 54.15 | 55.29 | 55.42 | 54.70 | 54.79 | 54.28 | 55.35 | 53.68 | 53.69 | 54.46 | 55.16 | 54.23 |
| CaO | 0.13 | 0.13 | 0.10 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.09 | 0.12 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.09 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| NiO | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 |
| Total | 103.48 | 100.15 | 102.44 | 101.93 | 100.43 | 100.91 | 99.14 | 100.57 | 99.04 | 98.92 | 100.44 | 101.48 | 99.60 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.011 | 1.008 | 1.010 | 1.002 | 0.993 | 1.000 | 0.996 | 0.991 | 1.000 | 1.000 | 1.001 | 1.003 | 0.998 |
| Al | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.058 | 0.057 | 0.059 | 0.059 | 0.068 | 0.062 | 0.056 | 0.053 | 0.063 | 0.061 | 0.060 | 0.057 | 0.061 |
| Mn | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.009 | 0.010 | 0.011 | 0.009 | 0.009 |
| Mg | 1.907 | 1.914 | 1.910 | 1.926 | 1.935 | 1.926 | 1.940 | 1.951 | 1.923 | 1.925 | 1.923 | 1.925 | 1.931 |
| Ca | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.002 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Cr | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Cations | 2.988 | 2.992 | 2.990 | 2.998 | 3.006 | 3.000 | 3.003 | 3.008 | 2.999 | 2.999 | 2.998 | 2.997 | 3.001 |
| Fa | 0.030 | 0.029 | 0.030 | 0.030 | 0.034 | 0.031 | 0.028 | 0.027 | 0.032 | 0.031 | 0.030 | 0.029 | 0.031 |
| Fo | 0.971 | 0.971 | 0.970 | 0.970 | 0.966 | 0.969 | 0.972 | 0.974 | 0.968 | 0.969 | 0.970 | 0.972 | 0.969 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 7 | 1 | 2 | 2a | 2a.1 | 3 | 3a | 3a.1 | 4 | 5 | 7 |
| SiO ₂ | 43.28 | 42.96 | 43.34 | 42.79 | 42.82 | 42.75 | 43.13 | 42.52 | 42.50 | 42.35 | 42.70 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 2.66 | 2.72 | 2.98 | 3.04 | 3.16 | 2.93 | 2.87 | 3.23 | 2.33 | 2.99 | 2.99 |
| MnO | 0.37 | 0.35 | 0.43 | 0.47 | 0.46 | 0.43 | 0.47 | 0.45 | 0.44 | 0.44 | 0.40 |
| MgO | 56.34 | 54.64 | 54.95 | 54.64 | 54.29 | 55.01 | 55.17 | 54.09 | 55.80 | 54.24 | 54.79 |
| CaO | 0.12 | 0.11 | 0.12 | 0.10 | 0.06 | 0.10 | 0.12 | 0.08 | 0.06 | 0.08 | 0.09 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| NiO | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 0.09 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.07 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.02 |
| Total | 102.77 | 100.83 | 101.86 | 101.07 | 100.89 | 101.23 | 101.83 | 100.43 | 101.14 | 100.12 | 101.05 |
| Cations O=4 | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.999 | 1.010 | 1.010 | 1.006 | 1.009 | 1.003 | 1.006 | 1.007 | 0.997 | 1.005 | 1.004 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.051 | 0.054 | 0.058 | 0.060 | 0.062 | 0.057 | 0.056 | 0.064 | 0.046 | 0.059 | 0.059 |
| Mn | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.008 |
| Mg | 1.940 | 1.915 | 1.908 | 1.916 | 1.907 | 1.924 | 1.918 | 1.909 | 1.951 | 1.919 | 1.921 |
| Ca | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Cations | 3.001 | 2.990 | 2.989 | 2.994 | 2.991 | 2.996 | 2.994 | 2.993 | 3.003 | 2.994 | 2.995 |
| Fa | 0.026 | 0.027 | 0.030 | 0.030 | 0.032 | 0.029 | 0.028 | 0.032 | 0.023 | 0.030 | 0.030 |
| Fo | 0.974 | 0.973 | 0.971 | 0.970 | 0.968 | 0.971 | 0.972 | 0.968 | 0.977 | 0.970 | 0.970 |

Anexo F – Análises de olivina de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 4 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 |
|--------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Posição | B | C | C | C | B | B | C | C | C | C | B | B | C | C | B | B |
| SiO ₂ | 52.81 | 53.29 | 53.35 | 52.97 | 52.67 | 52.91 | 51.86 | 52.39 | 51.85 | 53.81 | 53.06 | 52.76 | 52.97 | 52.67 | 52.93 | 54.50 |
| TiO ₂ | 0.88 | 0.80 | 0.64 | 0.82 | 1.00 | 0.87 | 0.97 | 1.07 | 1.06 | 0.36 | 0.69 | 0.85 | 0.69 | 0.90 | 0.77 | 0.49 |
| Al ₂ O ₃ | 0.50 | 0.49 | 0.50 | 0.58 | 0.76 | 0.41 | 0.85 | 0.75 | 0.87 | 0.22 | 0.50 | 0.61 | 0.53 | 0.62 | 0.55 | 0.25 |
| FeO | 3.00 | 3.14 | 2.93 | 2.96 | 3.20 | 3.35 | 3.60 | 3.52 | 3.59 | 2.20 | 3.65 | 3.35 | 3.34 | 1.24 | 2.36 | 2.40 |
| Fe ₂ O ₃ | | | | | | | | | | | 0.72 | 1.41 | 1.02 | 3.60 | 2.31 | 0.82 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| MnO | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.13 | 0.11 | 0.16 | 0.05 | 0.13 | 0.08 |
| NiO | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MgO | 16.56 | 16.76 | 16.76 | 16.50 | 16.32 | 16.93 | 16.13 | 16.42 | 16.10 | 16.98 | 15.29 | 14.77 | 15.41 | 15.42 | 15.45 | 16.36 |
| CaO | 25.71 | 25.68 | 25.85 | 25.95 | 25.91 | 25.38 | 25.35 | 25.48 | 25.31 | 25.93 | 24.78 | 24.75 | 24.77 | 24.86 | 25.13 | 24.92 |
| Na ₂ O | 0.26 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.24 | 0.26 | 0.29 | 0.30 | 0.34 | 0.13 | 0.26 | 0.50 | 0.26 | 0.68 | 0.37 | 0.40 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.06 |
| Total | 99.78 | 100.50 | 100.34 | 100.14 | 100.22 | 100.15 | 99.13 | 100.05 | 99.17 | 99.66 | 99.08 | 99.17 | 99.16 | 100.05 | 100.00 | 100.22 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.931 | 1.936 | 1.939 | 1.931 | 1.921 | 1.927 | 1.913 | 1.912 | 1.912 | 1.965 | 1.970 | 1.961 | 1.965 | 1.936 | 1.948 | 1.986 |
| Al | 0.022 | 0.021 | 0.021 | 0.025 | 0.033 | 0.018 | 0.037 | 0.032 | 0.038 | 0.009 | 0.022 | 0.027 | 0.023 | 0.027 | 0.024 | 0.011 |
| Ti | 0.024 | 0.022 | 0.017 | 0.022 | 0.027 | 0.024 | 0.027 | 0.029 | 0.029 | 0.010 | 0.019 | 0.024 | 0.019 | 0.025 | 0.021 | 0.013 |
| Fe ³ | 0.039 | 0.035 | 0.041 | 0.038 | 0.041 | 0.044 | 0.054 | 0.000 | 0.053 | 0.025 | 0.003 | 0.014 | 0.003 | 0.025 | 0.008 | 0.015 |
| Fe ² | 0.006 | 0.017 | 0.008 | 0.008 | 0.010 | 0.002 | 0.006 | 0.075 | 0.007 | 0.017 | 0.122 | 0.117 | 0.116 | 0.076 | 0.100 | 0.077 |
| Cr | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.903 | 0.907 | 0.908 | 0.897 | 0.887 | 0.919 | 0.887 | 0.893 | 0.885 | 0.924 | 0.846 | 0.818 | 0.852 | 0.845 | 0.848 | 0.889 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mn | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.004 | 0.003 | 0.005 | 0.002 | 0.004 | 0.002 |
| Ca | 1.007 | 0.999 | 1.007 | 1.014 | 1.012 | 0.990 | 1.002 | 0.996 | 1.000 | 1.014 | 0.986 | 0.986 | 0.984 | 0.979 | 0.991 | 0.973 |
| Na | 0.018 | 0.016 | 0.016 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.021 | 0.021 | 0.024 | 0.009 | 0.019 | 0.036 | 0.019 | 0.048 | 0.026 | 0.028 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.003 |
| Cations | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 3.999 | 3.995 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 3.997 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios.

| Amostra | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 2a | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Posição | B | B | C | B | B | B | C | C | B | B | B | B | B |
| SiO ₂ | 54.21 | 54.16 | 53.90 | 54.11 | 53.62 | 53.58 | 54.05 | 54.48 | 54.20 | 53.13 | 52.99 | 52.89 | 52.61 |
| TiO ₂ | 0.79 | 0.75 | 0.60 | 0.74 | 0.73 | 0.75 | 0.66 | 0.64 | 0.71 | 0.61 | 0.63 | 0.65 | 0.89 |
| Al ₂ O ₃ | 0.48 | 0.44 | 0.39 | 0.50 | 0.44 | 0.46 | 0.37 | 0.42 | 0.43 | 0.35 | 0.35 | 0.38 | 0.41 |
| FeO | 3.80 | 4.35 | 4.87 | 3.95 | 3.26 | 3.52 | 3.23 | 2.97 | 4.03 | 3.34 | 3.01 | 3.54 | 3.46 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.58 | 0.49 | 0.33 | 1.65 | 0.92 | 0.39 | | | | |
| Cr ₂ O ₃ | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.10 | 0.00 |
| MnO | 0.07 | 0.11 | 0.17 | 0.10 | 0.13 | 0.08 | 0.18 | 0.13 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.10 | 0.07 |
| NiO | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | | | | |
| MgO | 15.82 | 15.69 | 15.22 | 15.36 | 15.52 | 15.56 | 15.49 | 16.22 | 15.75 | 16.41 | 16.52 | 16.31 | 16.22 |
| CaO | 25.15 | 25.11 | 24.64 | 25.10 | 25.42 | 25.36 | 25.03 | 25.25 | 25.27 | 25.28 | 25.68 | 25.90 | 25.52 |
| Na ₂ O | 0.14 | 0.16 | 0.26 | 0.38 | 0.25 | 0.20 | 0.45 | 0.29 | 0.18 | 0.24 | 0.23 | 0.28 | 0.24 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| Total | 100.50 | 100.77 | 100.08 | 100.82 | 99.86 | 99.86 | 101.11 | 101.35 | 101.09 | 99.44 | 99.49 | 100.15 | 99.42 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.981 | 1.977 | 1.984 | 1.975 | 1.972 | 1.971 | 1.968 | 1.971 | 1.972 | 1.952 | 1.944 | 1.931 | 1.935 |
| Al | 0.019 | 0.019 | 0.016 | 0.021 | 0.019 | 0.020 | 0.016 | 0.018 | 0.018 | 0.015 | 0.015 | 0.016 | 0.018 |
| Ti | 0.022 | 0.021 | 0.017 | 0.020 | 0.020 | 0.021 | 0.018 | 0.017 | 0.019 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.025 |
| Fe ³ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.003 | 0.000 | 0.031 | 0.038 | 0.050 | 0.033 |
| Fe ² | 0.113 | 0.126 | 0.146 | 0.125 | 0.109 | 0.116 | 0.115 | 0.101 | 0.125 | 0.039 | 0.013 | 0.005 | 0.026 |
| Cr | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 |
| Mg | 0.862 | 0.854 | 0.835 | 0.836 | 0.851 | 0.853 | 0.841 | 0.875 | 0.854 | 0.899 | 0.903 | 0.888 | 0.890 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mn | 0.002 | 0.003 | 0.005 | 0.003 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.004 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.002 |
| Ca | 0.985 | 0.982 | 0.972 | 0.981 | 1.002 | 1.000 | 0.976 | 0.979 | 0.985 | 0.995 | 1.009 | 1.013 | 1.006 |
| Na | 0.010 | 0.011 | 0.019 | 0.027 | 0.018 | 0.014 | 0.032 | 0.020 | 0.013 | 0.017 | 0.016 | 0.020 | 0.017 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Cations | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Posição | C | C | C | C | C | B | B | B | B | B | B | C | C |
| SiO ₂ | 52.67 | 52.50 | 53.07 | 53.76 | 52.97 | 53.24 | 52.74 | 52.95 | 53.13 | 53.26 | 53.01 | 53.02 | 53.23 |
| TiO ₂ | 0.83 | 0.77 | 0.81 | 0.78 | 0.58 | 0.68 | 0.61 | 0.70 | 0.52 | 0.46 | 0.65 | 0.72 | 0.69 |
| Al ₂ O ₃ | 0.40 | 0.40 | 0.33 | 0.36 | 0.38 | 0.37 | 0.40 | 0.32 | 0.30 | 0.31 | 0.51 | 0.36 | 0.50 |
| FeO | 3.40 | 3.39 | 3.22 | 3.62 | 3.67 | 3.32 | 3.35 | 3.37 | 2.94 | 3.24 | 3.45 | 3.02 | 3.51 |
| Fe ₂ O ₃ | | | | | | | | | | | | | |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 |
| MnO | 0.03 | 0.08 | 0.10 | 0.09 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.11 | 0.01 | 0.09 |
| NiO | | | | | | | | | | | | | |
| MgO | 16.19 | 16.50 | 16.52 | 16.19 | 16.55 | 16.46 | 16.53 | 16.30 | 16.63 | 16.46 | 16.15 | 16.27 | 16.35 |
| CaO | 25.59 | 25.75 | 25.79 | 25.74 | 25.61 | 25.80 | 25.89 | 25.63 | 25.68 | 25.79 | 25.62 | 25.87 | 25.81 |
| Na ₂ O | 0.26 | 0.25 | 0.27 | 0.21 | 0.25 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.29 | 0.24 | 0.32 | 0.28 | 0.30 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 |
| Total | 99.37 | 99.64 | 100.13 | 100.75 | 100.09 | 100.15 | 99.81 | 99.57 | 99.55 | 99.83 | 99.82 | 99.55 | 100.55 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.938 | 1.924 | 1.936 | 1.955 | 1.933 | 1.943 | 1.929 | 1.944 | 1.945 | 1.948 | 1.941 | 1.945 | 1.935 |
| Al | 0.017 | 0.017 | 0.014 | 0.015 | 0.016 | 0.016 | 0.017 | 0.014 | 0.013 | 0.013 | 0.022 | 0.016 | 0.021 |
| Ti | 0.023 | 0.021 | 0.022 | 0.021 | 0.016 | 0.019 | 0.017 | 0.019 | 0.014 | 0.013 | 0.018 | 0.020 | 0.019 |
| Fe ³ | 0.034 | 0.000 | 0.038 | 0.017 | 0.053 | 0.035 | 0.000 | 0.034 | 0.047 | 0.044 | 0.046 | 0.036 | 0.048 |
| Fe ² | 0.026 | 0.077 | 0.011 | 0.063 | 0.009 | 0.025 | 0.082 | 0.027 | 0.001 | 0.016 | 0.023 | 0.017 | 0.015 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| Mg | 0.888 | 0.902 | 0.898 | 0.878 | 0.900 | 0.895 | 0.902 | 0.892 | 0.908 | 0.897 | 0.882 | 0.890 | 0.886 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mn | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.000 | 0.003 |
| Ca | 1.009 | 1.011 | 1.008 | 1.003 | 1.001 | 1.009 | 1.015 | 1.008 | 1.007 | 1.011 | 1.005 | 1.017 | 1.005 |
| Na | 0.019 | 0.018 | 0.019 | 0.015 | 0.018 | 0.015 | 0.016 | 0.017 | 0.021 | 0.017 | 0.023 | 0.020 | 0.021 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Cations | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Posição | C | C | C | C | C | C | B | B | B | B | C | B | B |
| SiO ₂ | 52.50 | 52.31 | 52.58 | 52.57 | 53.02 | 53.02 | 53.44 | 53.75 | 52.90 | 53.40 | 53.42 | 53.52 | 53.80 |
| TiO ₂ | 0.66 | 0.96 | 0.74 | 0.85 | 0.52 | 0.52 | 0.98 | 1.07 | 1.11 | 1.00 | 0.99 | 0.93 | 0.90 |
| Al ₂ O ₃ | 0.58 | 0.56 | 0.53 | 0.48 | 0.39 | 0.35 | 0.69 | 0.82 | 0.85 | 0.70 | 0.62 | 0.61 | 0.58 |
| FeO | 3.53 | 3.52 | 3.71 | 3.26 | 3.55 | 3.54 | 4.04 | 3.84 | 2.35 | 3.16 | 2.42 | 2.93 | 4.74 |
| Fe ₂ O ₃ | | | | | | | 0.48 | 0.00 | 2.07 | 0.80 | 1.64 | 1.25 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| MnO | 0.09 | 0.12 | 0.11 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.10 |
| NiO | | | | | | | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.03 |
| MgO | 16.17 | 16.21 | 16.12 | 16.33 | 16.39 | 16.51 | 15.01 | 15.63 | 15.68 | 16.07 | 15.87 | 15.64 | 14.98 |
| CaO | 25.64 | 25.27 | 25.51 | 25.56 | 25.79 | 25.83 | 24.69 | 24.66 | 25.01 | 24.91 | 24.97 | 24.63 | 24.77 |
| Na ₂ O | 0.37 | 0.30 | 0.36 | 0.34 | 0.28 | 0.27 | 0.48 | 0.36 | 0.38 | 0.21 | 0.41 | 0.49 | 0.31 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Total | 99.55 | 99.28 | 99.66 | 99.46 | 100.01 | 100.11 | 99.91 | 100.20 | 100.47 | 100.35 | 100.42 | 100.11 | 100.25 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.926 | 1.927 | 1.929 | 1.930 | 1.937 | 1.934 | 1.969 | 1.968 | 1.936 | 1.953 | 1.952 | 1.962 | 1.978 |
| Al | 0.025 | 0.024 | 0.023 | 0.021 | 0.017 | 0.015 | 0.030 | 0.032 | 0.037 | 0.030 | 0.027 | 0.026 | 0.022 |
| Ti | 0.018 | 0.027 | 0.020 | 0.023 | 0.014 | 0.014 | 0.027 | 0.029 | 0.031 | 0.028 | 0.027 | 0.026 | 0.025 |
| Fe ³ | 0.000 | 0.041 | 0.055 | 0.047 | 0.055 | 0.056 | 0.010 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.011 | 0.000 |
| Fe ² | 0.097 | 0.019 | 0.010 | 0.004 | 0.007 | 0.001 | 0.126 | 0.113 | 0.099 | 0.095 | 0.095 | 0.102 | 0.146 |
| Cr | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Mg | 0.885 | 0.890 | 0.882 | 0.894 | 0.892 | 0.898 | 0.824 | 0.853 | 0.856 | 0.876 | 0.865 | 0.855 | 0.821 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| Mn | 0.003 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 |
| Ca | 1.008 | 0.997 | 1.003 | 1.005 | 1.009 | 1.010 | 0.974 | 0.967 | 0.981 | 0.976 | 0.978 | 0.967 | 0.976 |
| Na | 0.026 | 0.021 | 0.026 | 0.024 | 0.020 | 0.019 | 0.034 | 0.026 | 0.027 | 0.015 | 0.029 | 0.035 | 0.022 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Cations | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 3.999 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Posição | B | B | B | C | C | B | B | B | B | B | C | C | C |
| SiO ₂ | 52.85 | 52.83 | 51.25 | 53.57 | 53.32 | 51.48 | 53.32 | 52.94 | 53.29 | 53.84 | 53.56 | 53.50 | 53.69 |
| TiO ₂ | 0.46 | 1.18 | 1.66 | 1.13 | 1.12 | 1.58 | 1.22 | 0.58 | 0.97 | 1.10 | 1.01 | 1.03 | 1.07 |
| Al ₂ O ₃ | 0.48 | 0.93 | 1.65 | 0.87 | 0.90 | 2.18 | 0.98 | 0.39 | 0.73 | 0.72 | 0.73 | 0.79 | 0.75 |
| FeO | 6.68 | 3.76 | 3.18 | 4.05 | 3.08 | 4.24 | 4.91 | 4.94 | 4.09 | 3.80 | 3.44 | 3.54 | 4.07 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.53 | 0.72 | 2.22 | 0.59 | 1.65 | 1.89 | 0.86 | 2.25 | 0.97 | 0.29 | 0.63 | 0.78 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.06 | 0.01 |
| MnO | 0.23 | 0.06 | 0.10 | 0.04 | 0.11 | 0.20 | 0.09 | 0.19 | 0.15 | 0.04 | 0.09 | 0.08 | 0.08 |
| NiO | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.03 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.03 |
| MgO | 13.58 | 15.21 | 14.87 | 15.40 | 15.69 | 14.58 | 14.86 | 13.44 | 14.98 | 16.08 | 16.07 | 15.94 | 15.58 |
| CaO | 23.86 | 24.83 | 24.53 | 24.70 | 24.63 | 23.21 | 24.09 | 23.86 | 24.63 | 24.80 | 24.56 | 24.74 | 24.58 |
| Na ₂ O | 0.39 | 0.30 | 0.31 | 0.40 | 0.41 | 0.20 | 0.50 | 0.89 | 0.43 | 0.23 | 0.28 | 0.22 | 0.12 |
| K ₂ O | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.05 | 0.61 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.04 |
| Total | 99.10 | 99.82 | 99.77 | 100.82 | 100.94 | 99.63 | 100.92 | 99.54 | 100.24 | 100.92 | 100.37 | 100.71 | 99.98 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.984 | 1.948 | 1.899 | 1.956 | 1.943 | 1.903 | 1.952 | 1.975 | 1.960 | 1.958 | 1.958 | 1.952 | 1.975 |
| Al | 0.016 | 0.040 | 0.072 | 0.037 | 0.039 | 0.095 | 0.042 | 0.017 | 0.032 | 0.031 | 0.031 | 0.034 | 0.025 |
| Ti | 0.013 | 0.033 | 0.046 | 0.031 | 0.031 | 0.044 | 0.034 | 0.016 | 0.027 | 0.030 | 0.028 | 0.028 | 0.030 |
| Fe ³ | 0.015 | 0.000 | 0.003 | 0.003 | 0.007 | 0.049 | 0.012 | 0.048 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.206 | 0.127 | 0.129 | 0.126 | 0.109 | 0.102 | 0.141 | 0.161 | 0.134 | 0.097 | 0.096 | 0.102 | 0.107 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 |
| Mg | 0.760 | 0.836 | 0.821 | 0.838 | 0.852 | 0.804 | 0.811 | 0.748 | 0.821 | 0.872 | 0.876 | 0.867 | 0.854 |
| Ni | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| Mn | 0.007 | 0.002 | 0.003 | 0.001 | 0.003 | 0.006 | 0.003 | 0.006 | 0.005 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.002 |
| Ca | 0.959 | 0.981 | 0.974 | 0.966 | 0.961 | 0.919 | 0.945 | 0.954 | 0.971 | 0.967 | 0.962 | 0.967 | 0.969 |
| Na | 0.028 | 0.021 | 0.022 | 0.028 | 0.029 | 0.014 | 0.035 | 0.064 | 0.031 | 0.016 | 0.020 | 0.016 | 0.009 |
| K | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.029 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 |
| Cations | 3.999 | 3.998 | 3.999 | 4.000 | 3.998 | 3.971 | 3.998 | 4.000 | 3.998 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 3.998 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B2 | B2 | B2 |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 7 | 7a | 8 | 9 | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 2a | |
| Posição | B | B | B | B | B | B | C | C | C | C | B | B | C | C |
| SiO ₂ | 54.37 | 54.42 | 53.25 | 54.02 | 54.20 | 53.81 | 53.15 | 53.36 | 53.50 | 53.58 | 52.71 | 52.97 | 52.27 | |
| TiO ₂ | 1.01 | 1.00 | 0.96 | 0.85 | 0.36 | 0.50 | 1.19 | 1.32 | 1.19 | 1.10 | 0.42 | 0.24 | 0.17 | |
| Al ₂ O ₃ | 0.71 | 0.74 | 0.75 | 0.64 | 0.46 | 0.51 | 0.75 | 0.80 | 0.73 | 0.75 | 0.63 | 0.25 | 0.28 | |
| FeO | 3.85 | 4.21 | 3.39 | 5.26 | 5.26 | 5.49 | 3.46 | 4.16 | 3.23 | 3.27 | 4.62 | 2.84 | 3.41 | |
| Fe ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 1.26 | 1.74 | 0.77 | 0.00 | 0.99 | 0.85 | 1.05 | 0.58 | 1.73 | |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | |
| MnO | 0.10 | 0.09 | 0.08 | 0.17 | 0.24 | 0.25 | 0.10 | 0.14 | 0.10 | 0.13 | 0.23 | 0.14 | 0.19 | |
| NiO | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | |
| MgO | 16.30 | 16.35 | 15.46 | 14.86 | 14.74 | 13.94 | 15.82 | 15.93 | 15.71 | 15.66 | 13.99 | 15.11 | 14.33 | |
| CaO | 24.66 | 24.62 | 24.37 | 24.33 | 24.46 | 24.25 | 24.77 | 24.72 | 24.92 | 24.71 | 24.79 | 25.31 | 24.80 | |
| Na ₂ O | 0.21 | 0.07 | 0.46 | 0.45 | 0.43 | 0.67 | 0.24 | 0.07 | 0.37 | 0.43 | 0.39 | 0.26 | 0.36 | |
| K ₂ O | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | |
| Total | 101.26 | 101.51 | 99.94 | 100.60 | 101.43 | 101.18 | 100.33 | 100.50 | 100.79 | 100.55 | 98.84 | 97.73 | 97.60 | |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.969 | 1.969 | 1.958 | 1.981 | 1.978 | 1.975 | 1.948 | 1.953 | 1.951 | 1.957 | 1.974 | 1.989 | 1.978 | |
| Al | 0.030 | 0.031 | 0.032 | 0.019 | 0.020 | 0.022 | 0.032 | 0.034 | 0.031 | 0.032 | 0.026 | 0.011 | 0.012 | |
| Ti | 0.028 | 0.027 | 0.027 | 0.023 | 0.010 | 0.014 | 0.033 | 0.036 | 0.033 | 0.030 | 0.012 | 0.007 | 0.005 | |
| Fe ³ | 0.000 | 0.000 | 0.014 | 0.000 | 0.031 | 0.042 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.029 | 0.015 | 0.029 | |
| Fe ² | 0.091 | 0.091 | 0.111 | 0.155 | 0.157 | 0.171 | 0.101 | 0.094 | 0.112 | 0.111 | 0.145 | 0.090 | 0.118 | |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | |
| Mg | 0.880 | 0.882 | 0.847 | 0.812 | 0.802 | 0.763 | 0.864 | 0.869 | 0.854 | 0.853 | 0.781 | 0.846 | 0.808 | |
| Ni | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | |
| Mn | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.005 | 0.007 | 0.008 | 0.003 | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.007 | 0.004 | 0.006 | |
| Ca | 0.957 | 0.954 | 0.960 | 0.956 | 0.956 | 0.954 | 0.973 | 0.969 | 0.974 | 0.967 | 0.995 | 1.018 | 1.005 | |
| Na | 0.015 | 0.005 | 0.033 | 0.032 | 0.030 | 0.048 | 0.017 | 0.005 | 0.026 | 0.030 | 0.028 | 0.019 | 0.026 | |
| K | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Cations | 4.000 | 3.999 | 3.998 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Posição | C | C | B | B | B | C | C | B | B | B | B | C | C |
| SiO ₂ | 53.49 | 53.55 | 52.33 | 52.93 | 53.52 | 52.89 | 53.63 | 52.83 | 52.99 | 51.78 | 52.78 | 53.07 | 52.17 |
| TiO ₂ | 0.09 | 0.10 | 0.35 | 0.21 | 0.14 | 0.12 | 0.18 | 0.13 | 0.11 | 0.28 | 0.13 | 0.15 | 0.11 |
| Al ₂ O ₃ | 0.20 | 0.21 | 0.67 | 0.41 | 0.29 | 0.26 | 0.21 | 0.38 | 0.24 | 0.60 | 0.28 | 0.30 | 0.28 |
| FeO | 2.19 | 2.97 | 4.08 | 3.64 | 3.20 | 3.58 | 2.98 | 3.81 | 4.35 | 5.97 | 4.74 | 4.33 | 5.46 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.62 | 0.49 | 1.48 | | | | | | | | | | |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| MnO | 0.13 | 0.21 | 0.16 | 0.11 | 0.10 | 0.28 | 0.18 | 0.21 | 0.18 | 0.27 | 0.22 | 0.21 | 0.19 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | |
| MgO | 15.99 | 15.39 | 14.04 | 16.33 | 16.18 | 16.30 | 16.78 | 15.90 | 15.87 | 14.87 | 15.38 | 15.57 | 15.35 |
| CaO | 25.68 | 25.77 | 24.93 | 25.64 | 25.67 | 25.55 | 25.76 | 25.62 | 25.53 | 25.00 | 25.26 | 25.45 | 25.03 |
| Na ₂ O | 0.07 | 0.11 | 0.36 | 0.24 | 0.18 | 0.19 | 0.14 | 0.21 | 0.23 | 0.35 | 0.29 | 0.27 | 0.46 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| Total | 98.46 | 98.84 | 98.41 | 99.52 | 99.29 | 99.19 | 99.86 | 99.09 | 99.51 | 99.12 | 99.10 | 99.35 | 99.05 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.987 | 1.989 | 1.967 | 1.942 | 1.969 | 1.948 | 1.958 | 1.951 | 1.952 | 1.926 | 1.956 | 1.959 | 1.934 |
| Al | 0.009 | 0.009 | 0.030 | 0.018 | 0.013 | 0.011 | 0.009 | 0.017 | 0.010 | 0.026 | 0.012 | 0.013 | 0.012 |
| Ti | 0.003 | 0.003 | 0.010 | 0.006 | 0.004 | 0.003 | 0.005 | 0.004 | 0.003 | 0.008 | 0.004 | 0.004 | 0.003 |
| Fe ³ | 0.009 | 0.010 | 0.036 | 0.063 | 0.036 | 0.059 | 0.042 | 0.057 | 0.058 | 0.084 | 0.057 | 0.052 | 0.094 |
| Fe ² | 0.072 | 0.094 | 0.132 | 0.008 | 0.044 | 0.011 | 0.016 | 0.028 | 0.037 | 0.054 | 0.058 | 0.055 | 0.021 |
| Cr | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.885 | 0.852 | 0.787 | 0.893 | 0.887 | 0.895 | 0.913 | 0.875 | 0.871 | 0.824 | 0.850 | 0.857 | 0.848 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mn | 0.004 | 0.007 | 0.005 | 0.003 | 0.003 | 0.009 | 0.006 | 0.007 | 0.006 | 0.009 | 0.007 | 0.007 | 0.006 |
| Ca | 1.022 | 1.025 | 1.004 | 1.008 | 1.012 | 1.008 | 1.008 | 1.014 | 1.007 | 0.996 | 1.003 | 1.007 | 0.994 |
| Na | 0.005 | 0.008 | 0.026 | 0.017 | 0.013 | 0.014 | 0.010 | 0.015 | 0.016 | 0.025 | 0.021 | 0.019 | 0.033 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Cations | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT96 | FSALT96 | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 |
| Grão | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| Ponto | 5 | 6 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| Posição | B | B | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 53.28 | 52.89 | 52.32 | 52.12 | 52.25 | 51.13 | 53.24 | 53.78 | 55.00 | 53.59 | 53.59 | 53.22 | 53.29 |
| TiO ₂ | 0.13 | 0.08 | 0.16 | 0.18 | 0.23 | 0.20 | 0.17 | 0.15 | 0.91 | 0.17 | 0.21 | 0.16 | 0.19 |
| Al ₂ O ₃ | 0.27 | 0.35 | 0.39 | 0.38 | 0.45 | 0.46 | 0.34 | 0.27 | 0.01 | 0.40 | 0.38 | 0.37 | 0.44 |
| FeO | 3.98 | 5.26 | 6.05 | 3.63 | 5.85 | 5.11 | 5.86 | 6.58 | 4.30 | 6.79 | 6.83 | 7.62 | 8.08 |
| Fe ₂ O ₃ | | | 3.89 | 5.88 | 2.87 | 3.90 | 2.30 | 0.74 | 0.00 | 3.20 | 3.85 | 1.60 | 1.36 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| MnO | 0.23 | 0.24 | 0.31 | 0.39 | 0.33 | 0.32 | 0.32 | 0.34 | 0.20 | 0.30 | 0.31 | 0.37 | 0.37 |
| NiO | | | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.04 |
| MgO | 16.05 | 15.02 | 12.10 | 12.54 | 13.15 | 12.64 | 13.23 | 13.33 | 15.46 | 11.96 | 12.12 | 11.96 | 11.95 |
| CaO | 25.22 | 24.88 | 22.14 | 22.26 | 22.94 | 22.56 | 22.79 | 22.66 | 23.79 | 22.02 | 21.89 | 21.96 | 22.34 |
| Na ₂ O | 0.25 | 0.42 | 1.38 | 1.62 | 0.79 | 0.96 | 1.02 | 0.93 | 0.61 | 1.63 | 1.59 | 1.36 | 1.14 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.13 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.06 |
| Total | 99.42 | 99.15 | 98.74 | 99.05 | 98.86 | 97.28 | 99.29 | 98.80 | 100.34 | 100.08 | 100.90 | 98.64 | 99.20 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.961 | 1.962 | 1.982 | 1.962 | 1.972 | 1.963 | 1.993 | 2.016 | 2.013 | 2.001 | 1.989 | 2.014 | 2.009 |
| Al | 0.012 | 0.015 | 0.017 | 0.017 | 0.020 | 0.021 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.004 | 0.002 | 0.005 | 0.005 | 0.007 | 0.006 | 0.005 | 0.004 | 0.025 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.005 |
| Fe ³ | 0.049 | 0.064 | 0.110 | 0.125 | 0.064 | 0.080 | 0.064 | 0.021 | 0.000 | 0.089 | 0.107 | 0.046 | 0.038 |
| Fe ² | 0.047 | 0.077 | 0.192 | 0.135 | 0.189 | 0.180 | 0.184 | 0.206 | 0.129 | 0.213 | 0.208 | 0.241 | 0.255 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.881 | 0.831 | 0.683 | 0.704 | 0.740 | 0.724 | 0.738 | 0.745 | 0.844 | 0.666 | 0.671 | 0.675 | 0.672 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.001 |
| Mn | 0.007 | 0.008 | 0.010 | 0.012 | 0.011 | 0.010 | 0.010 | 0.011 | 0.006 | 0.009 | 0.010 | 0.012 | 0.012 |
| Ca | 0.995 | 0.989 | 0.899 | 0.898 | 0.928 | 0.928 | 0.914 | 0.910 | 0.933 | 0.881 | 0.870 | 0.890 | 0.902 |
| Na | 0.018 | 0.030 | 0.101 | 0.118 | 0.058 | 0.071 | 0.074 | 0.068 | 0.043 | 0.118 | 0.114 | 0.100 | 0.083 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.006 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 |
| Cations | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 3.994 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.997 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | 211.5B | 211.5B |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Unidade | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | b2a | b2a |
| Grão | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 1 | 1 |
| Ponto | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Posição | | | | | | | | | | | | B | C |
| SiO ₂ | 53.34 | 53.87 | 53.89 | 53.89 | 54.53 | 53.58 | 53.86 | 53.38 | 53.22 | 53.97 | 53.54 | 52.53 | 52.09 |
| TiO ₂ | 0.13 | 0.18 | 0.17 | 0.20 | 0.15 | 0.14 | 0.22 | 0.13 | 0.18 | 0.16 | 0.09 | 1.29 | 1.24 |
| Al ₂ O ₃ | 0.40 | 0.42 | 0.42 | 0.37 | 0.41 | 0.39 | 0.37 | 0.35 | 0.42 | 0.38 | 0.26 | 0.90 | 0.91 |
| FeO | 6.42 | 7.93 | 8.88 | 6.90 | 7.89 | 7.00 | 8.95 | 8.51 | 7.61 | 7.94 | 6.41 | 1.57 | 3.27 |
| Fe ₂ O ₃ | 3.41 | 0.91 | 0.45 | 3.10 | 1.62 | 1.98 | 1.71 | 0.93 | 1.54 | 1.79 | 1.85 | 2.40 | 0.81 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 |
| MnO | 0.35 | 0.30 | 0.34 | 0.36 | 0.36 | 0.32 | 0.34 | 0.28 | 0.37 | 0.36 | 0.35 | 0.06 | 0.07 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.02 |
| MgO | 12.09 | 12.85 | 12.21 | 12.00 | 12.28 | 12.83 | 11.62 | 11.82 | 12.28 | 11.93 | 13.00 | 15.73 | 15.57 |
| CaO | 21.91 | 22.79 | 22.72 | 22.19 | 22.35 | 22.99 | 21.58 | 22.29 | 22.50 | 22.27 | 22.52 | 25.52 | 25.12 |
| Na ₂ O | 1.61 | 0.92 | 0.96 | 1.62 | 1.40 | 0.97 | 1.48 | 1.17 | 1.07 | 1.41 | 1.12 | 0.33 | 0.01 |
| K ₂ O | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.02 |
| Total | 99.72 | 100.20 | 100.09 | 100.64 | 100.99 | 100.22 | 100.16 | 98.87 | 99.24 | 100.23 | 99.18 | 100.34 | 99.14 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.997 | 2.005 | 2.014 | 2.002 | 2.015 | 1.995 | 2.016 | 2.019 | 2.004 | 2.013 | 2.007 | 1.924 | 1.934 |
| Al | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.039 | 0.040 |
| Ti | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.006 | 0.004 | 0.005 | 0.004 | 0.003 | 0.036 | 0.035 |
| Fe ³ | 0.096 | 0.026 | 0.012 | 0.086 | 0.045 | 0.055 | 0.047 | 0.025 | 0.043 | 0.050 | 0.052 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.201 | 0.236 | 0.278 | 0.215 | 0.244 | 0.216 | 0.281 | 0.270 | 0.240 | 0.248 | 0.201 | 0.085 | 0.102 |
| Cr | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Mg | 0.675 | 0.713 | 0.680 | 0.664 | 0.677 | 0.712 | 0.648 | 0.667 | 0.689 | 0.663 | 0.726 | 0.859 | 0.862 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| Mn | 0.011 | 0.009 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.010 | 0.011 | 0.009 | 0.012 | 0.011 | 0.011 | 0.002 | 0.002 |
| Ca | 0.879 | 0.909 | 0.910 | 0.883 | 0.885 | 0.917 | 0.865 | 0.903 | 0.908 | 0.890 | 0.904 | 1.002 | 1.000 |
| Na | 0.117 | 0.066 | 0.070 | 0.117 | 0.100 | 0.070 | 0.107 | 0.086 | 0.078 | 0.102 | 0.081 | 0.023 | 0.001 |
| K | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Cations | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 3.999 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 5 | 1 |
| Posição | C | C | B | B | C | B | B | C | C | C | C | B | B |
| SiO ₂ | 52.06 | 51.73 | 52.14 | 52.74 | 54.03 | 53.01 | 51.62 | 51.19 | 52.11 | 51.72 | 52.64 | 52.02 | 53.01 |
| TiO ₂ | 1.30 | 1.31 | 1.30 | 0.26 | 0.37 | 0.28 | 1.17 | 1.22 | 1.19 | 1.23 | 1.24 | 1.20 | 0.40 |
| Al ₂ O ₃ | 0.98 | 1.06 | 0.74 | 0.24 | 0.02 | 0.24 | 1.01 | 0.99 | 0.84 | 1.14 | 0.74 | 0.86 | 0.20 |
| FeO | 0.72 | 1.29 | 0.26 | 5.46 | 1.03 | 5.59 | 1.53 | 1.51 | 1.21 | 0.76 | 2.23 | 4.34 | 4.04 |
| Fe ₂ O ₃ | 3.51 | 3.04 | 3.91 | 2.92 | 2.70 | 2.31 | 2.65 | 2.39 | 2.70 | 3.20 | 1.55 | 1.39 | 4.29 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.06 | 0.02 | 0.01 |
| MnO | 0.08 | 0.06 | 0.07 | 0.25 | 0.14 | 0.23 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.06 | 0.09 | 0.14 | 0.24 |
| NiO | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.04 | 0.01 | 0.03 |
| MgO | 15.98 | 15.95 | 15.81 | 13.07 | 16.29 | 13.40 | 15.74 | 15.49 | 15.68 | 16.07 | 16.13 | 14.46 | 13.62 |
| CaO | 25.52 | 25.17 | 25.21 | 24.31 | 25.49 | 24.09 | 25.10 | 25.14 | 25.08 | 25.26 | 25.41 | 24.39 | 23.32 |
| Na ₂ O | 0.30 | 0.21 | 0.58 | 0.65 | 0.44 | 0.64 | 0.19 | 0.17 | 0.42 | 0.23 | 0.07 | 0.38 | 1.13 |
| K ₂ O | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 |
| Total | 100.48 | 99.83 | 100.03 | 99.98 | 100.55 | 99.83 | 99.14 | 98.20 | 99.38 | 99.73 | 100.20 | 99.21 | 100.29 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.905 | 1.906 | 1.915 | 1.970 | 1.968 | 1.978 | 1.915 | 1.917 | 1.926 | 1.905 | 1.930 | 1.941 | 1.966 |
| Al | 0.042 | 0.046 | 0.032 | 0.011 | 0.001 | 0.011 | 0.044 | 0.044 | 0.037 | 0.049 | 0.032 | 0.038 | 0.009 |
| Ti | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.007 | 0.010 | 0.008 | 0.033 | 0.034 | 0.033 | 0.034 | 0.034 | 0.034 | 0.011 |
| Fe ³ | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.043 | 0.011 | 0.041 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.067 |
| Fe ² | 0.074 | 0.087 | 0.061 | 0.190 | 0.063 | 0.186 | 0.088 | 0.087 | 0.075 | 0.069 | 0.081 | 0.156 | 0.152 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.000 |
| Mg | 0.872 | 0.876 | 0.865 | 0.728 | 0.885 | 0.745 | 0.871 | 0.865 | 0.864 | 0.882 | 0.882 | 0.804 | 0.753 |
| Ni | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| Mn | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.008 | 0.004 | 0.007 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.008 |
| Ca | 1.001 | 0.994 | 0.992 | 0.973 | 0.995 | 0.963 | 0.998 | 1.009 | 0.993 | 0.997 | 0.998 | 0.975 | 0.926 |
| Na | 0.021 | 0.015 | 0.041 | 0.047 | 0.031 | 0.046 | 0.014 | 0.012 | 0.030 | 0.016 | 0.005 | 0.027 | 0.081 |
| K | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 3.999 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Unidade | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| Posição | B | C | C | C | B | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 52.41 | 51.70 | 52.08 | 52.28 | 53.20 | 51.94 | 51.93 | 50.71 | 51.38 | 51.22 | 50.80 | 50.57 | 51.61 |
| TiO ₂ | 0.29 | 1.34 | 1.32 | 1.34 | 0.34 | 0.21 | 0.22 | 0.30 | 0.13 | 0.12 | 0.22 | 0.24 | 0.13 |
| Al ₂ O ₃ | 0.22 | 0.89 | 0.92 | 0.86 | 0.27 | 0.30 | 0.25 | 0.44 | 0.28 | 0.20 | 0.29 | 0.30 | 0.20 |
| FeO | 5.68 | 1.37 | 0.43 | 0.90 | 5.63 | 6.87 | 6.12 | 6.13 | 8.89 | 6.50 | 7.83 | 6.66 | 6.13 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.25 | 2.51 | 3.66 | 3.00 | 2.66 | 6.13 | 8.18 | 4.71 | 4.00 | 6.65 | 5.98 | 5.43 | 4.25 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| MnO | 0.20 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.16 | 0.43 | 0.51 | 0.40 | 0.60 | 0.63 | 0.47 | 0.42 | 0.45 |
| NiO | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| MgO | 13.04 | 16.25 | 16.12 | 16.11 | 13.44 | 11.21 | 10.31 | 11.35 | 10.38 | 10.39 | 9.90 | 10.77 | 12.11 |
| CaO | 23.55 | 25.08 | 25.04 | 25.23 | 23.53 | 21.79 | 20.23 | 21.37 | 20.83 | 21.03 | 20.18 | 22.19 | 21.68 |
| Na ₂ O | 0.77 | 0.08 | 0.44 | 0.35 | 0.85 | 1.52 | 2.44 | 1.45 | 1.47 | 1.89 | 1.96 | 1.28 | 1.27 |
| K ₂ O | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| Total | 98.45 | 99.34 | 100.08 | 100.13 | 100.12 | 100.40 | 100.20 | 96.93 | 97.97 | 98.65 | 97.63 | 97.90 | 97.83 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.983 | 1.912 | 1.910 | 1.916 | 1.978 | 1.956 | 1.961 | 1.966 | 1.987 | 1.966 | 1.974 | 1.955 | 1.977 |
| Al | 0.010 | 0.039 | 0.040 | 0.037 | 0.012 | 0.013 | 0.011 | 0.020 | 0.013 | 0.009 | 0.013 | 0.014 | 0.009 |
| Ti | 0.008 | 0.037 | 0.036 | 0.037 | 0.010 | 0.006 | 0.006 | 0.009 | 0.004 | 0.003 | 0.006 | 0.007 | 0.004 |
| Fe ³ | 0.049 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.055 | 0.113 | 0.178 | 0.109 | 0.116 | 0.142 | 0.148 | 0.095 | 0.096 |
| Fe ² | 0.187 | 0.065 | 0.064 | 0.074 | 0.185 | 0.247 | 0.221 | 0.213 | 0.281 | 0.234 | 0.268 | 0.247 | 0.209 |
| Cr | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Mg | 0.736 | 0.896 | 0.881 | 0.880 | 0.745 | 0.629 | 0.581 | 0.656 | 0.598 | 0.594 | 0.573 | 0.621 | 0.692 |
| Ni | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mn | 0.006 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.005 | 0.014 | 0.016 | 0.013 | 0.020 | 0.020 | 0.015 | 0.014 | 0.015 |
| Ca | 0.955 | 0.994 | 0.984 | 0.991 | 0.937 | 0.879 | 0.819 | 0.888 | 0.863 | 0.865 | 0.840 | 0.919 | 0.890 |
| Na | 0.056 | 0.006 | 0.031 | 0.025 | 0.061 | 0.111 | 0.179 | 0.109 | 0.110 | 0.141 | 0.148 | 0.096 | 0.094 |
| K | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 3.999 | 3.999 | 3.998 | 3.998 | 3.999 | 3.999 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 282B | 282B |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| Ponto | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Posição | | | | | | | | | | | | B | C |
| SiO ₂ | 51.64 | 52.20 | 51.25 | 53.20 | 53.49 | 52.85 | 53.19 | 52.59 | 52.76 | 54.72 | 53.49 | 53.67 | 52.57 |
| TiO ₂ | 0.15 | 0.14 | 0.21 | 0.25 | 0.14 | 0.18 | 0.15 | 0.15 | 0.13 | 0.13 | 0.22 | 0.20 | 0.21 |
| Al ₂ O ₃ | 0.23 | 0.19 | 0.24 | 0.37 | 0.21 | 0.32 | 0.23 | 0.24 | 0.21 | 0.17 | 0.30 | 0.26 | 0.22 |
| FeO | 5.37 | 5.67 | 6.74 | 10.44 | 10.48 | 8.45 | 10.97 | 7.99 | 7.52 | 7.45 | 9.12 | 7.64 | 7.05 |
| Fe ₂ O ₃ | 9.44 | 4.93 | 10.37 | 1.07 | 3.68 | 5.41 | 1.94 | 2.17 | 7.22 | 2.22 | 4.91 | 3.94 | 5.40 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 |
| MnO | 0.32 | 0.41 | 0.29 | 0.41 | 0.35 | 0.33 | 0.44 | 0.37 | 0.39 | 0.41 | 0.39 | 0.22 | 0.28 |
| NiO | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.00 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| MgO | 9.63 | 11.87 | 7.72 | 10.81 | 9.62 | 9.76 | 10.10 | 11.15 | 9.35 | 12.30 | 9.71 | 11.01 | 10.75 |
| CaO | 19.64 | 21.72 | 15.44 | 21.51 | 19.53 | 19.75 | 19.31 | 21.51 | 18.53 | 21.99 | 19.14 | 22.23 | 21.45 |
| Na ₂ O | 2.98 | 1.61 | 4.46 | 1.29 | 2.36 | 2.55 | 2.04 | 1.51 | 3.19 | 1.64 | 2.75 | 1.79 | 1.92 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.00 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.05 |
| Total | 99.41 | 98.76 | 96.76 | 99.40 | 99.94 | 99.60 | 98.44 | 97.76 | 99.34 | 101.04 | 100.06 | 100.98 | 99.89 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.966 | 1.980 | 2.006 | 2.018 | 2.026 | 2.005 | 2.038 | 2.016 | 2.006 | 2.020 | 2.018 | 1.999 | 1.984 |
| Al | 0.010 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.010 |
| Ti | 0.004 | 0.004 | 0.006 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| Fe ³ | 0.221 | 0.118 | 0.304 | 0.030 | 0.104 | 0.154 | 0.057 | 0.062 | 0.206 | 0.062 | 0.139 | 0.111 | 0.140 |
| Fe ² | 0.196 | 0.191 | 0.222 | 0.332 | 0.332 | 0.268 | 0.349 | 0.257 | 0.240 | 0.230 | 0.288 | 0.238 | 0.229 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Mg | 0.546 | 0.671 | 0.450 | 0.611 | 0.543 | 0.552 | 0.577 | 0.637 | 0.530 | 0.677 | 0.546 | 0.611 | 0.605 |
| Ni | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Mn | 0.010 | 0.013 | 0.010 | 0.013 | 0.011 | 0.011 | 0.014 | 0.012 | 0.013 | 0.013 | 0.012 | 0.007 | 0.009 |
| Ca | 0.801 | 0.883 | 0.648 | 0.874 | 0.793 | 0.803 | 0.793 | 0.884 | 0.755 | 0.870 | 0.774 | 0.887 | 0.867 |
| Na | 0.220 | 0.118 | 0.339 | 0.095 | 0.173 | 0.188 | 0.152 | 0.112 | 0.235 | 0.117 | 0.201 | 0.129 | 0.140 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| Cations | 4.000 | 4.000 | 3.997 | 3.998 | 3.999 | 3.999 | 3.999 | 3.998 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 3.998 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Ponto | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3a | 4 |
| Posição | B | B | B | C | B | B | C | B | B | B | C | C | C |
| SiO ₂ | 52.79 | 52.80 | 52.90 | 52.54 | 52.03 | 52.20 | 51.91 | 52.32 | 51.24 | 51.39 | 51.32 | 51.00 | 51.42 |
| TiO ₂ | 0.38 | 0.17 | 0.23 | 0.23 | 0.27 | 0.14 | 0.23 | 0.24 | 0.19 | 0.28 | 0.26 | 0.20 | 0.19 |
| Al ₂ O ₃ | 0.32 | 0.14 | 0.28 | 0.28 | 0.31 | 0.16 | 0.16 | 0.21 | 0.26 | 0.33 | 0.36 | 0.34 | 0.14 |
| FeO | 7.78 | 7.05 | 8.75 | 7.70 | 6.12 | 6.35 | 8.74 | 8.31 | 10.45 | 10.15 | 9.35 | 9.85 | 10.10 |
| Fe ₂ O ₃ | 3.49 | 5.02 | 2.49 | 3.54 | 5.94 | 6.35 | 4.34 | 2.88 | | | | | |
| Cr ₂ O ₃ | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| MnO | 0.31 | 0.30 | 0.25 | 0.27 | 0.24 | 0.28 | 0.31 | 0.27 | 0.29 | 0.26 | 0.30 | 0.24 | 0.31 |
| NiO | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | | | | | |
| MgO | 11.28 | 10.62 | 11.24 | 10.96 | 10.74 | 10.48 | 10.02 | 11.18 | 11.70 | 11.83 | 12.07 | 12.07 | 11.67 |
| CaO | 22.39 | 21.31 | 22.54 | 22.39 | 22.36 | 21.21 | 21.29 | 22.16 | 22.49 | 22.43 | 22.49 | 22.57 | 22.51 |
| Na ₂ O | 1.41 | 2.08 | 1.20 | 1.47 | 1.78 | 2.15 | 1.74 | 1.25 | 1.48 | 1.41 | 1.18 | 1.30 | 1.22 |
| K ₂ O | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 100.19 | 99.50 | 99.88 | 99.38 | 99.82 | 99.39 | 98.75 | 98.86 | 98.10 | 98.10 | 97.33 | 97.57 | 97.57 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.984 | 1.997 | 1.996 | 1.991 | 1.966 | 1.981 | 1.992 | 1.993 | 1.950 | 1.956 | 1.966 | 1.949 | 1.972 |
| Al | 0.014 | 0.003 | 0.004 | 0.009 | 0.014 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.012 | 0.015 | 0.016 | 0.015 | 0.006 |
| Ti | 0.011 | 0.005 | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.004 | 0.007 | 0.007 | 0.005 | 0.008 | 0.007 | 0.006 | 0.005 |
| Fe ³ | 0.095 | 0.142 | 0.071 | 0.101 | 0.128 | 0.157 | 0.123 | 0.084 | 0.148 | 0.132 | 0.107 | 0.136 | 0.108 |
| Fe ² | 0.246 | 0.223 | 0.276 | 0.244 | 0.214 | 0.214 | 0.282 | 0.263 | 0.147 | 0.162 | 0.175 | 0.143 | 0.194 |
| Cr | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.632 | 0.599 | 0.632 | 0.619 | 0.605 | 0.593 | 0.573 | 0.635 | 0.664 | 0.671 | 0.689 | 0.688 | 0.667 |
| Ni | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mn | 0.010 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.008 | 0.010 |
| Ca | 0.902 | 0.864 | 0.911 | 0.909 | 0.905 | 0.862 | 0.875 | 0.905 | 0.917 | 0.915 | 0.923 | 0.924 | 0.925 |
| Na | 0.103 | 0.153 | 0.088 | 0.108 | 0.130 | 0.158 | 0.129 | 0.092 | 0.109 | 0.104 | 0.088 | 0.096 | 0.091 |
| K | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 296B | 296B | 296B |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5a | 6 | 6a | 1 | 2 | 3 |
| Posição | C | B | B | C | C | C | C | C | C | B | B | | |
| SiO ₂ | 52.08 | 51.81 | 51.11 | 50.93 | 51.42 | 51.27 | 51.44 | 51.14 | 51.52 | 51.35 | 52.82 | 52.83 | 53.73 |
| TiO ₂ | 0.25 | 0.18 | 0.37 | 0.23 | 0.34 | 0.30 | 0.31 | 0.34 | 0.24 | 0.20 | 0.56 | 1.12 | 0.31 |
| Al ₂ O ₃ | 0.24 | 0.14 | 0.24 | 0.26 | 0.26 | 0.36 | 0.31 | 0.30 | 0.20 | 0.20 | 0.49 | 0.52 | 0.16 |
| FeO | 10.58 | 11.67 | 10.47 | 10.16 | 10.31 | 10.18 | 9.96 | 10.03 | 10.74 | 12.45 | 4.56 | 4.54 | 4.88 |
| Fe ₂ O ₃ | | | | | | | | | | | 2.64 | 2.38 | 1.12 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MnO | 0.26 | 0.32 | 0.24 | 0.28 | 0.28 | 0.24 | 0.26 | 0.27 | 0.32 | 0.25 | 0.27 | 0.22 | 0.31 |
| NiO | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MgO | 11.60 | 10.69 | 11.66 | 11.89 | 11.80 | 11.91 | 11.60 | 11.49 | 10.74 | 9.88 | 13.83 | 14.29 | 14.36 |
| CaO | 22.30 | 21.10 | 22.32 | 22.11 | 22.68 | 22.30 | 22.19 | 22.42 | 21.45 | 20.21 | 23.89 | 23.98 | 24.36 |
| Na ₂ O | 1.40 | 1.93 | 1.32 | 1.36 | 1.26 | 1.33 | 1.36 | 1.30 | 1.86 | 2.47 | 0.75 | 0.68 | 0.52 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.04 |
| Total | 98.71 | 97.84 | 97.73 | 97.23 | 98.35 | 97.90 | 97.43 | 97.33 | 97.08 | 97.03 | 99.81 | 100.56 | 99.75 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.974 | 1.985 | 1.957 | 1.954 | 1.955 | 1.955 | 1.973 | 1.965 | 1.985 | 1.984 | 1.964 | 1.949 | 1.992 |
| Al | 0.011 | 0.006 | 0.011 | 0.012 | 0.012 | 0.016 | 0.014 | 0.014 | 0.009 | 0.009 | 0.021 | 0.023 | 0.007 |
| Ti | 0.007 | 0.005 | 0.011 | 0.007 | 0.010 | 0.009 | 0.009 | 0.010 | 0.007 | 0.006 | 0.016 | 0.031 | 0.009 |
| Fe ³ | 0.114 | 0.148 | 0.120 | 0.135 | 0.119 | 0.126 | 0.110 | 0.112 | 0.139 | 0.189 | 0.045 | 0.010 | 0.029 |
| Fe ² | 0.206 | 0.216 | 0.183 | 0.156 | 0.176 | 0.170 | 0.196 | 0.189 | 0.201 | 0.206 | 0.156 | 0.168 | 0.152 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.656 | 0.610 | 0.665 | 0.680 | 0.669 | 0.677 | 0.663 | 0.658 | 0.617 | 0.569 | 0.767 | 0.786 | 0.794 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mn | 0.008 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.007 | 0.010 |
| Ca | 0.906 | 0.866 | 0.915 | 0.909 | 0.924 | 0.911 | 0.912 | 0.923 | 0.886 | 0.836 | 0.952 | 0.948 | 0.968 |
| Na | 0.103 | 0.143 | 0.098 | 0.101 | 0.093 | 0.098 | 0.101 | 0.097 | 0.139 | 0.185 | 0.054 | 0.049 | 0.037 |
| K | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| Cations | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.998 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 3.998 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 413.6 | 413.6 |
|--------------------------------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 7 | 7 | 1 | 1 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Posição | | | | | | | | | | | | B | C |
| SiO ₂ | 53.44 | 53.82 | 54.23 | 53.27 | 53.15 | 53.97 | 53.96 | 53.21 | 55.20 | 53.66 | 55.08 | 52.92 | 51.87 |
| TiO ₂ | 0.32 | 0.39 | 0.31 | 0.31 | 0.27 | 0.30 | 0.37 | 0.71 | 0.18 | 0.25 | 0.29 | 0.14 | 0.15 |
| Al ₂ O ₃ | 0.38 | 0.36 | 0.26 | 0.19 | 0.14 | 0.16 | 0.23 | 0.46 | 0.11 | 0.17 | 0.14 | 0.24 | 0.25 |
| FeO | 2.87 | 6.31 | 6.49 | 5.73 | 3.96 | 4.59 | 4.36 | 5.81 | 3.01 | 4.75 | 5.76 | 6.25 | 4.82 |
| Fe ₂ O ₃ | 4.99 | 0.33 | 0.38 | 0.50 | 1.98 | 1.16 | 1.63 | 0.86 | 3.62 | 1.01 | 0.00 | 6.28 | 9.62 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MnO | 0.28 | 0.20 | 0.28 | 0.22 | 0.32 | 0.29 | 0.28 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.24 | 0.34 | 0.32 |
| NiO | 0.00 | 0.07 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MgO | 14.21 | 13.82 | 14.26 | 14.20 | 14.53 | 15.13 | 14.52 | 14.24 | 14.64 | 14.67 | 14.77 | 10.54 | 9.78 |
| CaO | 23.06 | 23.76 | 23.97 | 24.38 | 23.93 | 24.11 | 24.07 | 23.68 | 24.04 | 23.98 | 24.24 | 19.67 | 19.79 |
| Na ₂ O | 0.67 | 0.64 | 0.47 | 0.32 | 0.63 | 0.44 | 0.73 | 0.53 | 1.28 | 0.49 | 0.33 | 2.76 | 3.07 |
| K ₂ O | 1.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.00 |
| Total | 100.22 | 99.70 | 100.68 | 99.15 | 98.95 | 100.17 | 100.17 | 99.78 | 102.34 | 99.36 | 100.85 | 99.14 | 99.67 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 1.961 | 2.000 | 1.997 | 1.991 | 1.984 | 1.988 | 1.989 | 1.977 | 1.989 | 1.994 | 2.019 | 2.002 | 1.966 |
| Al | 0.016 | 0.000 | 0.003 | 0.008 | 0.006 | 0.007 | 0.010 | 0.020 | 0.005 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.011 |
| Ti | 0.009 | 0.011 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.008 | 0.010 | 0.020 | 0.005 | 0.007 | 0.008 | 0.004 | 0.004 |
| Fe ³ | 0.093 | 0.008 | 0.011 | 0.013 | 0.036 | 0.022 | 0.043 | 0.018 | 0.085 | 0.028 | 0.000 | 0.179 | 0.227 |
| Fe ² | 0.111 | 0.197 | 0.188 | 0.179 | 0.134 | 0.138 | 0.136 | 0.172 | 0.097 | 0.147 | 0.177 | 0.197 | 0.176 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.778 | 0.766 | 0.783 | 0.791 | 0.809 | 0.831 | 0.798 | 0.789 | 0.786 | 0.813 | 0.807 | 0.595 | 0.553 |
| Ni | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mn | 0.009 | 0.006 | 0.009 | 0.007 | 0.010 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.007 | 0.011 | 0.010 |
| Ca | 0.907 | 0.946 | 0.946 | 0.976 | 0.957 | 0.951 | 0.951 | 0.942 | 0.928 | 0.955 | 0.952 | 0.797 | 0.804 |
| Na | 0.048 | 0.046 | 0.034 | 0.023 | 0.046 | 0.031 | 0.052 | 0.038 | 0.089 | 0.035 | 0.023 | 0.203 | 0.226 |
| K | 0.047 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.000 |
| Cations | 3.953 | 3.999 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 3.999 | 3.998 | 3.999 | 3.999 | 4.000 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 3 | 3a | 1 | 2 | 3 | 1 | 1a | 2 | 3 |
| Posição | B | B | B | C | B | B | B | C | B |
| SiO ₂ | 51.28 | 51.78 | 51.39 | 52.28 | 52.42 | 50.97 | 52.09 | 52.24 | 52.29 |
| TiO ₂ | 0.17 | 0.20 | 0.19 | 0.21 | 0.19 | 0.21 | 0.18 | 0.15 | 0.20 |
| Al ₂ O ₃ | 0.19 | 0.24 | 0.18 | 0.24 | 0.23 | 0.27 | 0.23 | 0.28 | 0.25 |
| FeO | 4.90 | 7.61 | 5.44 | 6.92 | 6.33 | 5.75 | 7.66 | 4.00 | 8.07 |
| Fe ₂ O ₃ | 6.30 | 3.85 | 6.09 | 3.88 | 3.74 | 4.10 | 2.66 | 9.34 | 2.96 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.03 |
| MnO | 0.38 | 0.33 | 0.43 | 0.44 | 0.33 | 0.38 | 0.30 | 0.31 | 0.44 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 |
| MgO | 11.16 | 11.16 | 11.21 | 11.95 | 11.95 | 12.20 | 11.53 | 10.60 | 11.60 |
| CaO | 22.14 | 21.57 | 21.61 | 23.54 | 23.26 | 22.43 | 22.84 | 20.61 | 22.62 |
| Na ₂ O | 1.70 | 1.41 | 1.74 | 0.82 | 1.09 | 0.91 | 0.99 | 2.78 | 0.98 |
| K ₂ O | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.11 | 0.03 | 0.02 | 0.01 |
| Total | 98.22 | 98.16 | 98.30 | 100.28 | 99.57 | 97.25 | 98.51 | 100.37 | 99.44 |
| Cations O=6 | | | | | | | | | |
| Si | 1.963 | 1.986 | 1.967 | 1.964 | 1.976 | 1.964 | 1.988 | 1.959 | 1.982 |
| Al | 0.009 | 0.011 | 0.008 | 0.011 | 0.010 | 0.012 | 0.010 | 0.012 | 0.011 |
| Ti | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.004 | 0.006 |
| Fe ³ | 0.125 | 0.105 | 0.126 | 0.060 | 0.079 | 0.072 | 0.074 | 0.206 | 0.071 |
| Fe ² | 0.185 | 0.247 | 0.199 | 0.242 | 0.213 | 0.208 | 0.246 | 0.154 | 0.262 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| Mg | 0.637 | 0.638 | 0.640 | 0.669 | 0.672 | 0.701 | 0.656 | 0.593 | 0.655 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 |
| Mn | 0.012 | 0.011 | 0.014 | 0.014 | 0.011 | 0.012 | 0.010 | 0.010 | 0.014 |
| Ca | 0.908 | 0.886 | 0.886 | 0.948 | 0.939 | 0.926 | 0.934 | 0.828 | 0.918 |
| Na | 0.126 | 0.105 | 0.129 | 0.060 | 0.080 | 0.068 | 0.073 | 0.202 | 0.072 |
| K | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.001 | 0.000 |
| Cations | 3.999 | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 3.999 | 3.995 | 3.999 | 3.999 | 4.000 |

Anexo G – Análises de clinopiroxênio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 6 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FSALT81 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Unidade | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1a | bl1b |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Ponto | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 5 | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6a | 1 |
| Posição | B | C | C | C | C | B | B | B | BC | C | C | C | B | B | B |
| SiO ₂ | 39.02 | 38.61 | 39.26 | 38.84 | 38.96 | 39.45 | 39.31 | 39.63 | 39.47 | 39.36 | 39.37 | 39.42 | 38.62 | 39.37 | 38.46 |
| TiO ₂ | 1.50 | 1.33 | 1.78 | 1.88 | 2.21 | 2.00 | 0.83 | 1.11 | 1.74 | 1.52 | 1.58 | 1.62 | 1.49 | 1.76 | 2.16 |
| Al ₂ O ₃ | 12.12 | 11.45 | 11.60 | 12.53 | 12.68 | 12.19 | 10.01 | 10.26 | 12.10 | 11.93 | 11.43 | 11.64 | 11.35 | 11.93 | 11.58 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.20 | 2.78 | 2.55 | 1.96 | 1.55 | 1.51 | 4.13 | 3.95 | 1.63 | 1.70 | 2.42 | 1.96 | 2.35 | 1.23 | 2.71 |
| FeO | 3.75 | 3.85 | 3.39 | 3.86 | 3.94 | 3.67 | 2.23 | 2.48 | 3.18 | 4.01 | 3.42 | 3.36 | 3.25 | 3.76 | 4.71 |
| MnO | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.11 |
| MgO | 24.75 | 24.34 | 24.43 | 24.42 | 23.91 | 24.13 | 25.59 | 25.58 | 24.62 | 24.29 | 24.55 | 24.47 | 24.22 | 23.93 | 23.04 |
| Na ₂ O | 0.20 | 0.18 | 0.20 | 0.18 | 0.18 | 0.20 | 0.20 | 0.15 | 0.20 | 0.18 | 0.19 | 0.19 | 0.17 | 0.15 | 0.22 |
| K ₂ O | 10.08 | 10.25 | 10.18 | 10.29 | 10.40 | 10.10 | 10.08 | 9.88 | 10.24 | 10.06 | 9.99 | 10.06 | 10.15 | 10.08 | 10.13 |
| BaO | 0.67 | 0.50 | 0.60 | 0.54 | 0.71 | 0.57 | 0.51 | 0.56 | 0.47 | 0.51 | 0.41 | 0.40 | 0.34 | 0.51 | 0.42 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.00 |
| H ₂ O | 3.91 | 3.91 | 3.81 | 3.98 | 3.94 | 3.90 | 3.89 | 3.94 | 3.99 | 3.86 | 3.91 | 3.92 | 3.83 | 3.85 | 3.93 |
| F | 0.43 | 0.32 | 0.63 | 0.32 | 0.38 | 0.45 | 0.36 | 0.32 | 0.26 | 0.50 | 0.39 | 0.37 | 0.40 | 0.46 | 0.26 |
| Cl | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 98.67 | 97.56 | 98.54 | 98.83 | 98.90 | 98.22 | 97.18 | 97.91 | 97.97 | 97.98 | 97.76 | 97.47 | 96.26 | 97.07 | 97.73 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.680 | 5.699 | 5.725 | 5.641 | 5.660 | 5.744 | 5.801 | 5.796 | 5.746 | 5.756 | 5.762 | 5.775 | 5.746 | 5.794 | 5.682 |
| Al | 2.080 | 1.992 | 1.994 | 2.145 | 2.170 | 2.091 | 1.741 | 1.769 | 2.075 | 2.057 | 1.971 | 2.010 | 1.991 | 2.069 | 2.017 |
| Fe ³ | 0.241 | 0.309 | 0.280 | 0.214 | 0.170 | 0.165 | 0.458 | 0.435 | 0.178 | 0.187 | 0.267 | 0.216 | 0.263 | 0.136 | 0.301 |
| Ti | 0.164 | 0.147 | 0.196 | 0.206 | 0.242 | 0.219 | 0.092 | 0.122 | 0.191 | 0.167 | 0.174 | 0.179 | 0.167 | 0.195 | 0.240 |
| Fe ² | 0.457 | 0.476 | 0.414 | 0.469 | 0.478 | 0.447 | 0.276 | 0.303 | 0.388 | 0.491 | 0.418 | 0.412 | 0.405 | 0.463 | 0.582 |
| Mn | 0.005 | 0.004 | 0.007 | 0.004 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.005 | 0.002 | 0.006 | 0.009 | 0.005 | 0.003 | 0.002 | 0.014 |
| Mg | 5.370 | 5.356 | 5.312 | 5.286 | 5.178 | 5.238 | 5.629 | 5.577 | 5.343 | 5.296 | 5.358 | 5.343 | 5.373 | 5.251 | 5.075 |
| Ba | 0.038 | 0.029 | 0.034 | 0.031 | 0.041 | 0.032 | 0.029 | 0.032 | 0.027 | 0.029 | 0.024 | 0.023 | 0.020 | 0.030 | 0.024 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.002 | 0.006 | 0.004 | 0.000 | 0.009 | 0.004 | 0.006 | 0.004 | 0.006 | 0.003 | 0.000 |
| Na | 0.056 | 0.053 | 0.057 | 0.051 | 0.052 | 0.055 | 0.058 | 0.043 | 0.056 | 0.050 | 0.053 | 0.053 | 0.049 | 0.043 | 0.062 |
| K | 1.871 | 1.930 | 1.894 | 1.906 | 1.927 | 1.875 | 1.898 | 1.844 | 1.902 | 1.876 | 1.866 | 1.881 | 1.926 | 1.892 | 1.910 |
| F | 0.198 | 0.148 | 0.291 | 0.145 | 0.173 | 0.209 | 0.166 | 0.147 | 0.121 | 0.231 | 0.178 | 0.170 | 0.186 | 0.216 | 0.121 |
| Cl | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 |
| OH | 3.796 | 3.850 | 3.706 | 3.856 | 3.818 | 3.788 | 3.829 | 3.844 | 3.875 | 3.766 | 3.817 | 3.831 | 3.802 | 3.780 | 3.873 |
| Cations | 15.962 | 15.995 | 15.918 | 15.953 | 15.920 | 15.875 | 15.988 | 15.926 | 15.917 | 15.919 | 15.906 | 15.900 | 15.950 | 15.877 | 15.908 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios.

| Amostra | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 |
| Posição | BC | C | C | BC | B | B | B | B | B | BC | C | BC |
| SiO ₂ | 38.16 | 38.13 | 38.59 | 38.67 | 38.38 | 38.47 | 38.47 | 38.42 | 38.99 | 37.94 | 38.61 | 37.99 |
| TiO ₂ | 1.81 | 1.91 | 2.21 | 1.99 | 1.88 | 1.98 | 1.91 | 2.42 | 2.78 | 2.89 | 3.08 | 3.13 |
| Al ₂ O ₃ | 11.22 | 11.43 | 11.57 | 11.61 | 11.63 | 11.50 | 11.40 | 11.50 | 11.33 | 11.84 | 12.07 | 11.98 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.75 | 2.77 | 2.26 | 2.30 | 2.14 | 2.36 | 2.56 | 2.04 | 2.41 | 2.12 | 2.17 | 1.73 |
| FeO | 4.90 | 5.16 | 5.24 | 5.33 | 5.39 | 5.16 | 5.07 | 10.95 | 11.01 | 11.54 | 11.15 | 11.53 |
| MnO | 0.06 | 0.03 | 0.07 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.19 | 0.27 | 0.21 | 0.22 | 0.24 |
| MgO | 22.85 | 22.88 | 22.50 | 22.77 | 22.68 | 22.70 | 22.83 | 19.08 | 18.94 | 18.34 | 18.90 | 17.98 |
| Na ₂ O | 0.19 | 0.22 | 0.24 | 0.24 | 0.22 | 0.25 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.14 | 9.86 | 10.12 | 10.13 | 9.93 | 10.06 | 10.11 | 9.93 | 10.08 | 9.92 | 10.20 | 10.15 |
| BaO | 0.36 | 0.41 | 0.36 | 0.27 | 0.40 | 0.42 | 0.52 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.07 | 0.00 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.03 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.00 |
| H ₂ O | 3.96 | 3.94 | 3.88 | 3.96 | 3.92 | 3.87 | 3.98 | 3.98 | 4.03 | 3.99 | 4.06 | 3.97 |
| F | 0.08 | 0.17 | 0.32 | 0.19 | 0.21 | 0.33 | 0.10 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.06 |
| Total | 96.49 | 96.96 | 97.36 | 97.56 | 96.88 | 97.17 | 97.27 | 98.56 | 99.87 | 99.03 | 100.54 | 98.74 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.712 | 5.682 | 5.725 | 5.720 | 5.717 | 5.721 | 5.717 | 5.745 | 5.759 | 5.674 | 5.670 | 5.690 |
| Al | 1.979 | 2.007 | 2.023 | 2.024 | 2.043 | 2.015 | 1.997 | 2.026 | 1.973 | 2.086 | 2.090 | 2.114 |
| Fe ³ | 0.310 | 0.311 | 0.253 | 0.256 | 0.240 | 0.264 | 0.287 | 0.229 | 0.268 | 0.239 | 0.240 | 0.195 |
| Ti | 0.204 | 0.214 | 0.246 | 0.222 | 0.211 | 0.222 | 0.213 | 0.272 | 0.308 | 0.325 | 0.341 | 0.353 |
| Fe ² | 0.613 | 0.643 | 0.650 | 0.659 | 0.671 | 0.642 | 0.630 | 1.369 | 1.360 | 1.443 | 1.369 | 1.444 |
| Mn | 0.008 | 0.003 | 0.009 | 0.011 | 0.006 | 0.004 | 0.008 | 0.024 | 0.034 | 0.026 | 0.027 | 0.030 |
| Mg | 5.099 | 5.084 | 4.977 | 5.021 | 5.038 | 5.032 | 5.058 | 4.253 | 4.171 | 4.089 | 4.138 | 4.015 |
| Ba | 0.021 | 0.024 | 0.021 | 0.016 | 0.024 | 0.025 | 0.030 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.004 | 0.000 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.004 | 0.009 | 0.000 | 0.001 | 0.008 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.006 | 0.000 | 0.000 |
| Na | 0.056 | 0.064 | 0.070 | 0.068 | 0.064 | 0.073 | 0.068 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.936 | 1.874 | 1.914 | 1.910 | 1.887 | 1.909 | 1.916 | 1.893 | 1.899 | 1.893 | 1.911 | 1.939 |
| F | 0.037 | 0.080 | 0.151 | 0.091 | 0.098 | 0.154 | 0.048 | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.015 | 0.007 | 0.003 | 0.005 | 0.014 |
| OH | 3.954 | 3.917 | 3.840 | 3.907 | 3.896 | 3.839 | 3.945 | 3.964 | 3.970 | 3.977 | 3.975 | 3.968 |
| Cations | 15.941 | 15.915 | 15.887 | 15.908 | 15.908 | 15.912 | 15.923 | 15.812 | 15.773 | 15.794 | 15.790 | 15.781 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 4a | 5 | 5a | 1 | 2 | 3 | 4 | 4a | 5 | 1 | 2 | 2a |
| Posição | BC | B | B | B | BC | C | BC | BC | B | BC | BC | BC |
| SiO ₂ | 37.85 | 37.44 | 38.37 | 38.28 | 38.73 | 38.55 | 38.73 | 38.44 | 38.47 | 38.29 | 38.38 | 38.47 |
| TiO ₂ | 3.18 | 2.92 | 3.01 | 2.81 | 2.50 | 2.71 | 2.16 | 2.56 | 2.66 | 2.67 | 2.86 | 2.87 |
| Al ₂ O ₃ | 11.84 | 11.91 | 12.06 | 11.98 | 12.23 | 12.27 | 11.77 | 11.85 | 12.03 | 12.01 | 12.19 | 11.86 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.57 | 1.28 | 2.22 | 2.16 | 1.75 | 1.47 | 1.79 | 1.64 | 1.97 | 2.39 | 2.51 | 2.59 |
| FeO | 11.07 | 11.98 | 11.47 | 11.22 | 10.62 | 11.64 | 10.06 | 11.14 | 11.02 | 11.69 | 12.30 | 12.13 |
| MnO | 0.24 | 0.27 | 0.17 | 0.19 | 0.25 | 0.22 | 0.27 | 0.18 | 0.21 | 0.26 | 0.26 | 0.25 |
| MgO | 18.54 | 17.32 | 18.75 | 18.91 | 19.77 | 18.68 | 19.43 | 18.91 | 19.15 | 18.93 | 18.64 | 18.55 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.14 | 9.96 | 10.11 | 9.98 | 10.09 | 9.97 | 9.58 | 9.86 | 10.22 | 10.06 | 10.21 | 10.09 |
| BaO | 0.00 | 0.10 | 0.10 | 0.34 | 0.00 | 0.51 | 0.23 | 0.06 | 0.09 | 0.22 | 0.21 | 0.21 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 1.01 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| H ₂ O | 4.00 | 3.90 | 4.03 | 4.03 | 4.06 | 4.04 | 4.02 | 4.00 | 4.04 | 4.04 | 4.07 | 4.04 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.05 | 0.07 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.06 |
| Total | 99.43 | 97.15 | 100.36 | 99.90 | 100.01 | 100.06 | 99.07 | 98.72 | 99.86 | 100.61 | 101.63 | 101.11 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.635 | 5.712 | 5.657 | 5.669 | 5.690 | 5.699 | 5.743 | 5.733 | 5.685 | 5.646 | 5.619 | 5.657 |
| Al | 2.078 | 2.141 | 2.096 | 2.091 | 2.117 | 2.138 | 2.057 | 2.083 | 2.096 | 2.088 | 2.104 | 2.056 |
| Fe ³ | 0.288 | 0.147 | 0.247 | 0.241 | 0.193 | 0.163 | 0.199 | 0.184 | 0.219 | 0.266 | 0.276 | 0.287 |
| Ti | 0.356 | 0.336 | 0.334 | 0.313 | 0.276 | 0.302 | 0.241 | 0.287 | 0.296 | 0.296 | 0.315 | 0.317 |
| Fe ² | 1.378 | 1.529 | 1.414 | 1.389 | 1.305 | 1.439 | 1.247 | 1.390 | 1.362 | 1.442 | 1.506 | 1.492 |
| Mn | 0.030 | 0.035 | 0.021 | 0.024 | 0.030 | 0.028 | 0.033 | 0.023 | 0.027 | 0.033 | 0.032 | 0.032 |
| Mg | 4.114 | 3.939 | 4.122 | 4.174 | 4.330 | 4.116 | 4.296 | 4.204 | 4.218 | 4.161 | 4.068 | 4.067 |
| Ba | 0.000 | 0.006 | 0.006 | 0.019 | 0.000 | 0.029 | 0.014 | 0.004 | 0.005 | 0.013 | 0.012 | 0.012 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.160 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.925 | 1.938 | 1.901 | 1.886 | 1.890 | 1.880 | 1.812 | 1.876 | 1.927 | 1.892 | 1.906 | 1.894 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.003 | 0.013 | 0.016 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.010 | 0.008 | 0.004 | 0.005 | 0.000 | 0.014 |
| OH | 3.973 | 3.973 | 3.962 | 3.980 | 3.977 | 3.986 | 3.972 | 3.976 | 3.978 | 3.972 | 3.977 | 3.961 |
| Cations | 15.802 | 15.785 | 15.799 | 15.805 | 15.832 | 15.796 | 15.803 | 15.793 | 15.834 | 15.839 | 15.840 | 15.814 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 3 | 3a | 4 | 5 | 1 | 1a | 1b | 2 | 2a | 3 | 3a | 4 |
| Posição | C | C | C | B | B | B | B | BC | BC | C | C | BC |
| SiO ₂ | 37.78 | 38.58 | 38.49 | 39.12 | 37.97 | 38.04 | 38.41 | 36.81 | 38.17 | 37.27 | 38.24 | 38.04 |
| TiO ₂ | 2.83 | 3.05 | 2.81 | 2.62 | 2.56 | 2.55 | 2.60 | 2.79 | 2.89 | 2.94 | 2.91 | 3.00 |
| Al ₂ O ₃ | 11.60 | 11.97 | 12.30 | 11.72 | 11.13 | 11.37 | 11.49 | 11.19 | 11.76 | 11.79 | 11.86 | 11.91 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.95 | 1.80 | 1.44 | 1.87 | 2.00 | 2.13 | 2.01 | 2.77 | 2.10 | 2.55 | 2.02 | 2.50 |
| FeO | 12.40 | 12.80 | 12.92 | 12.19 | 11.11 | 10.91 | 11.24 | 10.93 | 11.82 | 11.79 | 11.88 | 11.98 |
| MnO | 0.18 | 0.20 | 0.20 | 0.21 | 0.20 | 0.20 | 0.18 | 0.18 | 0.19 | 0.27 | 0.24 | 0.30 |
| MgO | 17.50 | 17.68 | 18.01 | 18.45 | 18.18 | 18.63 | 18.61 | 18.09 | 18.21 | 17.95 | 18.16 | 18.12 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.02 | 10.15 | 9.94 | 10.32 | 10.04 | 9.95 | 10.11 | 9.77 | 9.88 | 9.92 | 9.99 | 10.14 |
| BaO | 0.19 | 0.06 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.19 | 0.05 | 0.14 | 0.40 | 0.48 | 0.46 | 0.64 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| H ₂ O | 3.92 | 4.03 | 4.03 | 4.06 | 3.92 | 3.95 | 3.98 | 3.87 | 3.99 | 3.96 | 4.00 | 4.02 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.09 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.05 | 0.02 |
| Total | 98.48 | 100.34 | 100.20 | 100.59 | 97.14 | 97.96 | 98.74 | 96.62 | 99.43 | 98.93 | 99.78 | 100.65 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.710 | 5.711 | 5.695 | 5.759 | 5.775 | 5.738 | 5.747 | 5.654 | 5.696 | 5.617 | 5.692 | 5.640 |
| Al | 2.067 | 2.089 | 2.145 | 2.033 | 1.995 | 2.021 | 2.027 | 2.025 | 2.068 | 2.094 | 2.081 | 2.081 |
| Fe ³ | 0.222 | 0.200 | 0.161 | 0.207 | 0.229 | 0.241 | 0.226 | 0.321 | 0.236 | 0.289 | 0.227 | 0.279 |
| Ti | 0.321 | 0.339 | 0.312 | 0.290 | 0.292 | 0.289 | 0.293 | 0.322 | 0.324 | 0.333 | 0.326 | 0.334 |
| Fe ² | 1.568 | 1.584 | 1.599 | 1.501 | 1.413 | 1.376 | 1.407 | 1.404 | 1.475 | 1.486 | 1.478 | 1.485 |
| Mn | 0.023 | 0.025 | 0.025 | 0.026 | 0.025 | 0.025 | 0.023 | 0.023 | 0.023 | 0.035 | 0.030 | 0.037 |
| Mg | 3.943 | 3.902 | 3.972 | 4.051 | 4.123 | 4.189 | 4.150 | 4.143 | 4.051 | 4.032 | 4.029 | 4.005 |
| Ba | 0.011 | 0.004 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.011 | 0.003 | 0.009 | 0.024 | 0.028 | 0.027 | 0.037 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.003 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.932 | 1.918 | 1.876 | 1.939 | 1.948 | 1.915 | 1.931 | 1.914 | 1.881 | 1.907 | 1.896 | 1.918 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.023 | 0.006 | 0.013 | 0.000 | 0.007 | 0.004 | 0.009 | 0.008 | 0.007 | 0.000 | 0.011 | 0.004 |
| OH | 3.956 | 3.977 | 3.972 | 3.982 | 3.973 | 3.976 | 3.972 | 3.965 | 3.973 | 3.976 | 3.969 | 3.972 |
| Cations | 15.800 | 15.773 | 15.786 | 15.809 | 15.804 | 15.810 | 15.809 | 15.821 | 15.778 | 15.824 | 15.786 | 15.817 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b |
| Grão | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Ponto | 5 | 5a | 1 | 2 | 3 | 3a | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Posição | B | B | B | BC | C | C | BC | B | B | BC | C | BC |
| SiO ₂ | 38.10 | 38.68 | 38.57 | 38.30 | 38.84 | 37.90 | 38.44 | 38.31 | 38.92 | 38.68 | 38.80 | 38.85 |
| TiO ₂ | 2.49 | 2.62 | 2.54 | 2.96 | 3.19 | 3.01 | 2.99 | 2.79 | 2.61 | 2.56 | 2.64 | 2.34 |
| Al ₂ O ₃ | 11.74 | 11.56 | 11.38 | 11.95 | 12.29 | 11.94 | 11.93 | 11.74 | 12.02 | 12.37 | 12.00 | 12.19 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.66 | 2.65 | 2.48 | 1.82 | 1.88 | 2.37 | 2.17 | 2.41 | 2.12 | 1.98 | 2.31 | 2.05 |
| FeO | 11.14 | 10.21 | 11.19 | 12.09 | 11.90 | 11.69 | 11.76 | 11.28 | 11.11 | 10.75 | 10.90 | 9.81 |
| MnO | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.21 | 0.22 | 0.26 | 0.16 | 0.23 | 0.34 | 0.25 | 0.24 | 0.24 |
| MgO | 18.59 | 19.73 | 18.76 | 17.99 | 18.39 | 18.36 | 18.43 | 18.64 | 19.23 | 19.72 | 19.44 | 20.38 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.07 | 0.21 | 0.00 | 0.14 | 0.19 | 0.28 | 0.26 | 0.19 | 0.25 |
| K ₂ O | 9.92 | 9.93 | 10.08 | 10.10 | 10.06 | 10.03 | 10.09 | 10.15 | 9.99 | 9.95 | 10.20 | 10.11 |
| BaO | 0.35 | 0.34 | 0.16 | 0.00 | 0.21 | 0.07 | 0.00 | 0.10 | 0.26 | 0.24 | 0.18 | 0.08 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.03 |
| H ₂ O | 3.97 | 4.05 | 4.00 | 4.00 | 4.07 | 4.00 | 4.04 | 4.02 | 4.08 | 4.08 | 4.08 | 4.08 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 |
| Total | 98.24 | 100.04 | 99.70 | 99.56 | 101.31 | 99.66 | 100.13 | 99.94 | 101.01 | 100.87 | 100.97 | 100.42 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.732 | 5.699 | 5.730 | 5.700 | 5.677 | 5.641 | 5.681 | 5.679 | 5.694 | 5.652 | 5.677 | 5.677 |
| Al | 2.081 | 2.007 | 1.993 | 2.096 | 2.117 | 2.094 | 2.078 | 2.052 | 2.073 | 2.130 | 2.068 | 2.098 |
| Fe ³ | 0.187 | 0.294 | 0.277 | 0.204 | 0.206 | 0.265 | 0.241 | 0.269 | 0.234 | 0.218 | 0.255 | 0.225 |
| Ti | 0.282 | 0.291 | 0.284 | 0.332 | 0.351 | 0.337 | 0.332 | 0.311 | 0.287 | 0.282 | 0.291 | 0.257 |
| Fe ² | 1.401 | 1.258 | 1.391 | 1.505 | 1.455 | 1.455 | 1.453 | 1.399 | 1.359 | 1.313 | 1.333 | 1.199 |
| Mn | 0.032 | 0.031 | 0.033 | 0.026 | 0.027 | 0.033 | 0.020 | 0.029 | 0.042 | 0.031 | 0.029 | 0.030 |
| Mg | 4.169 | 4.334 | 4.155 | 3.991 | 4.007 | 4.074 | 4.060 | 4.120 | 4.193 | 4.295 | 4.239 | 4.440 |
| Ba | 0.021 | 0.019 | 0.009 | 0.000 | 0.012 | 0.004 | 0.000 | 0.006 | 0.015 | 0.013 | 0.010 | 0.005 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.003 | 0.007 | 0.000 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.006 | 0.004 | 0.000 | 0.005 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.070 | 0.019 | 0.058 | 0.000 | 0.040 | 0.055 | 0.080 | 0.073 | 0.055 | 0.071 |
| K | 1.905 | 1.867 | 1.911 | 1.918 | 1.876 | 1.904 | 1.902 | 1.920 | 1.865 | 1.855 | 1.904 | 1.884 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.004 | 0.000 | 0.008 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.000 | 0.005 | 0.003 | 0.006 | 0.000 | 0.003 |
| OH | 3.981 | 3.976 | 3.968 | 3.973 | 3.972 | 3.967 | 3.980 | 3.973 | 3.977 | 3.975 | 3.979 | 3.978 |
| Cations | 15.812 | 15.805 | 15.853 | 15.795 | 15.787 | 15.806 | 15.808 | 15.849 | 15.848 | 15.866 | 15.861 | 15.892 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FVL95.7 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Unidade | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b |
| Grão | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 1 |
| Ponto | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| Posição | B | BC | BC | C | BC | B | B | BC | C | BC | B | |
| SiO ₂ | 38.12 | 38.52 | 38.39 | 38.28 | 37.87 | 38.30 | 38.65 | 38.61 | 38.20 | 38.27 | 38.46 | 39.53 |
| TiO ₂ | 2.83 | 2.75 | 3.02 | 3.07 | 3.04 | 2.76 | 2.98 | 2.88 | 3.05 | 3.17 | 2.58 | 2.57 |
| Al ₂ O ₃ | 12.14 | 12.31 | 12.14 | 12.13 | 12.26 | 11.62 | 11.73 | 11.91 | 12.08 | 12.08 | 11.86 | 12.57 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.19 | 1.70 | 1.90 | 2.20 | 2.04 | 2.26 | 2.17 | 2.31 | 1.95 | 2.10 | 1.98 | 1.32 |
| FeO | 10.99 | 12.33 | 12.85 | 12.67 | 12.71 | 12.28 | 11.80 | 11.58 | 12.41 | 12.42 | 11.07 | 6.67 |
| MnO | 0.24 | 0.25 | 0.14 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.19 | 0.22 | 0.21 | 0.26 | 0.08 |
| MgO | 18.87 | 18.25 | 17.72 | 17.92 | 17.71 | 18.00 | 18.42 | 18.78 | 17.79 | 17.77 | 19.02 | 22.11 |
| Na ₂ O | 0.23 | 0.28 | 0.12 | 0.00 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.13 | 0.00 | 0.08 | 0.03 | 0.44 |
| K ₂ O | 10.08 | 10.25 | 10.23 | 10.25 | 10.17 | 10.13 | 9.87 | 9.90 | 10.08 | 10.15 | 9.97 | 10.12 |
| BaO | 0.24 | 0.00 | 0.20 | 0.08 | 0.39 | 0.22 | 0.00 | 0.33 | 0.61 | 0.43 | 0.33 | 0.32 |
| SrO | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| H ₂ O | 4.03 | 4.06 | 4.03 | 4.04 | 4.01 | 4.00 | 4.03 | 4.05 | 4.02 | 4.03 | 4.02 | 4.13 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.02 |
| Total | 100.07 | 100.69 | 100.74 | 100.89 | 100.45 | 99.86 | 99.99 | 100.70 | 100.41 | 100.70 | 99.62 | 99.88 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.639 | 5.675 | 5.674 | 5.647 | 5.625 | 5.706 | 5.714 | 5.679 | 5.670 | 5.661 | 5.705 | 5.714 |
| Al | 2.117 | 2.137 | 2.114 | 2.109 | 2.147 | 2.041 | 2.045 | 2.065 | 2.112 | 2.105 | 2.074 | 2.142 |
| Fe ³ | 0.244 | 0.188 | 0.212 | 0.244 | 0.228 | 0.253 | 0.242 | 0.256 | 0.217 | 0.233 | 0.221 | 0.144 |
| Ti | 0.315 | 0.305 | 0.335 | 0.341 | 0.340 | 0.309 | 0.332 | 0.319 | 0.340 | 0.352 | 0.288 | 0.280 |
| Fe ² | 1.360 | 1.519 | 1.588 | 1.563 | 1.579 | 1.530 | 1.459 | 1.425 | 1.541 | 1.537 | 1.373 | 0.806 |
| Mn | 0.029 | 0.031 | 0.017 | 0.032 | 0.020 | 0.027 | 0.029 | 0.024 | 0.027 | 0.026 | 0.032 | 0.010 |
| Mg | 4.162 | 4.008 | 3.904 | 3.941 | 3.922 | 3.998 | 4.059 | 4.118 | 3.936 | 3.918 | 4.205 | 4.763 |
| Ba | 0.014 | 0.000 | 0.011 | 0.005 | 0.023 | 0.013 | 0.000 | 0.019 | 0.036 | 0.025 | 0.019 | 0.018 |
| Sr | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 |
| Na | 0.066 | 0.080 | 0.034 | 0.000 | 0.019 | 0.019 | 0.022 | 0.037 | 0.000 | 0.022 | 0.007 | 0.123 |
| K | 1.903 | 1.926 | 1.928 | 1.930 | 1.928 | 1.925 | 1.862 | 1.858 | 1.908 | 1.916 | 1.886 | 1.866 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.002 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.003 | 0.007 | 0.006 | 0.005 | 0.006 | 0.000 | 0.007 | 0.004 |
| OH | 3.977 | 3.984 | 3.976 | 3.980 | 3.977 | 3.971 | 3.973 | 3.973 | 3.975 | 3.980 | 3.974 | 3.983 |
| Cations | 15.860 | 15.869 | 15.818 | 15.811 | 15.831 | 15.821 | 15.764 | 15.800 | 15.788 | 15.796 | 15.816 | 15.866 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FSALT96 | FSALT96 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b2 | b2 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| Posição | | | | | | | | | | | | B | C |
| SiO ₂ | 38.84 | 38.52 | 38.86 | 38.79 | 40.76 | 40.63 | 40.52 | 40.15 | 40.22 | 40.72 | 40.72 | 37.25 | 37.28 |
| TiO ₂ | 2.60 | 2.63 | 2.59 | 2.41 | 2.35 | 2.32 | 2.20 | 2.23 | 2.21 | 2.00 | 2.00 | 1.50 | 1.71 |
| Al ₂ O ₃ | 12.40 | 12.21 | 12.38 | 12.94 | 12.90 | 12.71 | 13.06 | 13.14 | 13.10 | 12.52 | 12.52 | 9.64 | 10.34 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.45 | 1.70 | 1.58 | 0.95 | 0.40 | 0.62 | 0.75 | 0.77 | 0.79 | 1.17 | 1.17 | 3.73 | 3.03 |
| FeO | 6.74 | 7.03 | 7.20 | 6.19 | 6.25 | 6.07 | 5.47 | 5.10 | 5.40 | 4.83 | 4.83 | 12.61 | 12.82 |
| MnO | 0.13 | 0.13 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.10 | 0.11 | 0.02 | 0.00 | 0.09 | 0.09 | 0.31 | 0.25 |
| MgO | 21.51 | 21.23 | 21.40 | 22.34 | 23.09 | 22.94 | 23.65 | 23.91 | 23.79 | 23.82 | 23.82 | 17.57 | 17.61 |
| Na ₂ O | 0.32 | 0.35 | 0.35 | 0.22 | 0.34 | 0.44 | 0.46 | 0.51 | 0.69 | 0.35 | 0.35 | 0.05 | 0.05 |
| K ₂ O | 10.51 | 10.27 | 10.32 | 10.29 | 9.77 | 10.03 | 10.14 | 9.83 | 9.53 | 9.74 | 9.74 | 9.85 | 9.64 |
| BaO | 0.19 | 0.13 | 0.28 | 0.46 | 0.35 | 0.27 | 0.35 | 0.35 | 0.36 | 0.35 | 0.35 | 0.23 | 0.15 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.07 | 0.04 | 0.05 | 0.76 | 0.76 | 0.00 | 0.04 |
| H ₂ O | 4.08 | 4.04 | 4.08 | 4.09 | 4.21 | 4.19 | 4.22 | 4.21 | 4.21 | 4.21 | 4.21 | 3.68 | 3.72 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 0.35 | 0.33 |
| Cl | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| Total | 98.78 | 98.25 | 99.13 | 98.71 | 100.53 | 100.35 | 101.02 | 100.24 | 100.35 | 100.57 | 100.57 | 96.77 | 96.96 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.696 | 5.687 | 5.690 | 5.668 | 5.795 | 5.797 | 5.740 | 5.714 | 5.719 | 5.781 | 5.781 | 5.795 | 5.763 |
| Al | 2.144 | 2.124 | 2.136 | 2.228 | 2.161 | 2.137 | 2.181 | 2.204 | 2.196 | 2.095 | 2.095 | 1.768 | 1.884 |
| Fe ³ | 0.160 | 0.189 | 0.174 | 0.104 | 0.043 | 0.067 | 0.080 | 0.082 | 0.085 | 0.125 | 0.125 | 0.437 | 0.352 |
| Ti | 0.287 | 0.292 | 0.286 | 0.265 | 0.251 | 0.249 | 0.235 | 0.238 | 0.236 | 0.213 | 0.213 | 0.176 | 0.198 |
| Fe ² | 0.826 | 0.867 | 0.882 | 0.756 | 0.743 | 0.725 | 0.648 | 0.607 | 0.642 | 0.573 | 0.573 | 1.641 | 1.658 |
| Mn | 0.017 | 0.016 | 0.009 | 0.003 | 0.005 | 0.012 | 0.013 | 0.003 | 0.000 | 0.011 | 0.011 | 0.040 | 0.032 |
| Mg | 4.702 | 4.673 | 4.671 | 4.866 | 4.893 | 4.880 | 4.994 | 5.074 | 5.043 | 5.041 | 5.041 | 4.074 | 4.059 |
| Ba | 0.011 | 0.007 | 0.016 | 0.027 | 0.019 | 0.015 | 0.019 | 0.019 | 0.020 | 0.019 | 0.019 | 0.014 | 0.009 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.011 | 0.006 | 0.008 | 0.115 | 0.115 | 0.000 | 0.007 |
| Na | 0.092 | 0.101 | 0.100 | 0.062 | 0.095 | 0.123 | 0.125 | 0.139 | 0.191 | 0.097 | 0.097 | 0.016 | 0.014 |
| K | 1.965 | 1.934 | 1.928 | 1.918 | 1.772 | 1.826 | 1.833 | 1.785 | 1.729 | 1.763 | 1.763 | 1.955 | 1.900 |
| F | | | | | | | | | | | | 0.171 | 0.159 |
| Cl | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.003 | 0.006 | 0.004 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.002 |
| OH | 3.987 | 3.982 | 3.986 | 3.987 | 3.990 | 3.990 | 3.986 | 3.993 | 3.993 | 3.987 | 3.987 | 3.819 | 3.836 |
| Cations | 15.902 | 15.892 | 15.893 | 15.897 | 15.787 | 15.830 | 15.879 | 15.871 | 15.869 | 15.834 | 15.834 | 15.917 | 15.878 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 4 | 6 | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 7 | 1 | 2 | 3 | 3a |
| Posição | B | B | C | B | B | C | B | B | B | | | | |
| SiO ₂ | 37.72 | 37.20 | 36.69 | 37.86 | 37.35 | 37.08 | 36.98 | 37.04 | 37.04 | 38.95 | 38.63 | 38.11 | 38.50 |
| TiO ₂ | 1.30 | 1.47 | 1.89 | 1.61 | 1.78 | 1.83 | 1.70 | 1.60 | 1.60 | 1.85 | 1.91 | 1.40 | 1.37 |
| Al ₂ O ₃ | 9.18 | 9.91 | 11.21 | 10.19 | 10.56 | 12.15 | 10.16 | 10.29 | 10.29 | 11.48 | 11.62 | 10.65 | 10.66 |
| Fe ₂ O ₃ | 4.76 | 3.85 | 2.49 | 3.56 | 3.22 | 1.50 | 4.33 | 3.86 | 3.86 | 1.69 | 1.62 | 2.83 | 2.94 |
| FeO | 12.06 | 12.78 | 13.68 | 13.01 | 12.59 | 15.01 | 13.21 | 13.94 | 13.94 | 12.72 | 13.13 | 14.22 | 14.48 |
| MnO | 0.27 | 0.30 | 0.29 | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.29 | 0.30 | 0.30 | 0.37 | 0.40 | 0.38 | 0.44 |
| MgO | 18.40 | 17.83 | 17.04 | 17.93 | 17.85 | 16.66 | 17.72 | 17.24 | 17.24 | 18.52 | 18.15 | 17.74 | 17.70 |
| Na ₂ O | 0.04 | 0.02 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.12 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.15 | 9.90 | 9.76 | 10.07 | 10.01 | 9.90 | 10.00 | 10.04 | 10.04 | 9.80 | 9.98 | 9.77 | 10.04 |
| BaO | 0.24 | 0.16 | 0.39 | 0.22 | 0.33 | 0.79 | 0.29 | 0.30 | 0.30 | 0.10 | 0.09 | 0.06 | 0.22 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.07 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| H ₂ O | 3.69 | 3.75 | 3.72 | 3.79 | 3.84 | 3.83 | 3.88 | 3.74 | 3.74 | 4.01 | 4.00 | 3.93 | 3.96 |
| F | 0.42 | 0.25 | 0.33 | 0.29 | 0.15 | 0.23 | 0.05 | 0.33 | 0.33 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Total | 98.26 | 97.44 | 97.57 | 98.83 | 98.00 | 99.36 | 98.65 | 98.72 | 98.72 | 99.66 | 99.54 | 99.10 | 100.33 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.790 | 5.748 | 5.669 | 5.763 | 5.722 | 5.647 | 5.667 | 5.691 | 5.691 | 5.796 | 5.771 | 5.775 | 5.781 |
| Al | 1.660 | 1.805 | 2.042 | 1.829 | 1.906 | 2.181 | 1.834 | 1.863 | 1.863 | 2.014 | 2.047 | 1.902 | 1.887 |
| Fe ³ | 0.550 | 0.447 | 0.289 | 0.408 | 0.372 | 0.172 | 0.499 | 0.447 | 0.447 | 0.189 | 0.182 | 0.323 | 0.332 |
| Ti | 0.150 | 0.171 | 0.220 | 0.184 | 0.205 | 0.210 | 0.196 | 0.185 | 0.185 | 0.207 | 0.214 | 0.159 | 0.155 |
| Fe ² | 1.548 | 1.651 | 1.768 | 1.656 | 1.614 | 1.912 | 1.693 | 1.792 | 1.792 | 1.583 | 1.641 | 1.802 | 1.819 |
| Mn | 0.034 | 0.040 | 0.038 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.038 | 0.039 | 0.039 | 0.047 | 0.051 | 0.049 | 0.055 |
| Mg | 4.209 | 4.108 | 3.925 | 4.068 | 4.076 | 3.783 | 4.047 | 3.949 | 3.949 | 4.110 | 4.043 | 4.008 | 3.962 |
| Ba | 0.014 | 0.010 | 0.024 | 0.013 | 0.020 | 0.047 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.006 | 0.005 | 0.004 | 0.013 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.004 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.011 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.001 | 0.001 | 0.004 |
| Na | 0.013 | 0.006 | 0.020 | 0.014 | 0.014 | 0.019 | 0.016 | 0.009 | 0.009 | 0.035 | 0.004 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.987 | 1.951 | 1.924 | 1.955 | 1.956 | 1.922 | 1.955 | 1.968 | 1.968 | 1.861 | 1.902 | 1.888 | 1.923 |
| F | 0.204 | 0.122 | 0.163 | 0.141 | 0.070 | 0.110 | 0.023 | 0.159 | 0.159 | | | | |
| Cl | 0.007 | 0.004 | 0.000 | 0.001 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | |
| OH | 3.778 | 3.865 | 3.834 | 3.848 | 3.924 | 3.891 | 3.966 | 3.833 | 3.833 | | | | |
| Cations | 15.960 | 15.938 | 15.919 | 15.924 | 15.919 | 15.937 | 15.962 | 15.962 | 15.962 | 15.851 | 15.861 | 15.911 | 15.930 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 | b2 |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 8 | 8 | 8 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| Posição | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 38.37 | 38.16 | 37.19 | 39.14 | 39.19 | 39.19 | 38.25 | 38.85 | 38.09 | 38.84 | 38.13 | 38.58 |
| TiO ₂ | 1.92 | 1.75 | 1.79 | 1.82 | 1.71 | 1.77 | 1.53 | 1.85 | 1.74 | 1.55 | 1.83 | 1.93 |
| Al ₂ O ₃ | 11.69 | 11.71 | 11.18 | 11.33 | 11.46 | 11.22 | 10.79 | 11.65 | 11.46 | 10.85 | 10.86 | 11.30 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.62 | 1.69 | 1.91 | 1.56 | 1.42 | 1.83 | 1.31 | 1.04 | 1.28 | 1.56 | 1.56 | 1.06 |
| FeO | 13.53 | 13.49 | 13.28 | 13.41 | 13.64 | 13.33 | 13.67 | 14.23 | 14.27 | 14.01 | 13.04 | 13.67 |
| MnO | 0.33 | 0.37 | 0.35 | 0.38 | 0.34 | 0.33 | 0.37 | 0.33 | 0.41 | 0.37 | 0.33 | 0.36 |
| MgO | 17.78 | 17.96 | 17.04 | 17.88 | 18.04 | 18.22 | 17.04 | 17.20 | 16.84 | 17.36 | 17.30 | 17.21 |
| Na ₂ O | 0.17 | 0.17 | 0.20 | 0.28 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 0.17 | 0.00 | 0.15 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.96 | 9.92 | 9.97 | 9.97 | 9.99 | 10.01 | 9.91 | 10.05 | 9.95 | 9.88 | 9.65 | 9.84 |
| BaO | 0.20 | 0.03 | 0.24 | 0.04 | 0.19 | 0.20 | 0.03 | 0.32 | 0.29 | 0.06 | 0.18 | 0.06 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.01 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.07 | 0.07 | 0.02 | 0.02 |
| H ₂ O | 3.98 | 3.97 | 3.86 | 4.01 | 4.02 | 4.01 | 3.88 | 3.99 | 3.93 | 3.94 | 3.89 | 3.93 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 |
| Total | 99.54 | 99.24 | 97.10 | 99.80 | 100.05 | 100.09 | 96.87 | 99.68 | 98.49 | 98.49 | 96.94 | 97.99 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.753 | 5.735 | 5.743 | 5.835 | 5.831 | 5.828 | 5.889 | 5.825 | 5.797 | 5.884 | 5.855 | 5.857 |
| Al | 2.065 | 2.073 | 2.035 | 1.990 | 2.010 | 1.967 | 1.959 | 2.058 | 2.056 | 1.937 | 1.964 | 2.022 |
| Fe ³ | 0.183 | 0.192 | 0.222 | 0.175 | 0.159 | 0.205 | 0.152 | 0.117 | 0.147 | 0.178 | 0.180 | 0.121 |
| Ti | 0.216 | 0.198 | 0.208 | 0.204 | 0.192 | 0.198 | 0.178 | 0.208 | 0.199 | 0.176 | 0.211 | 0.220 |
| Fe ² | 1.696 | 1.695 | 1.715 | 1.672 | 1.697 | 1.657 | 1.760 | 1.784 | 1.817 | 1.776 | 1.674 | 1.736 |
| Mn | 0.042 | 0.047 | 0.046 | 0.048 | 0.043 | 0.041 | 0.048 | 0.042 | 0.053 | 0.047 | 0.043 | 0.047 |
| Mg | 3.973 | 4.024 | 3.922 | 3.973 | 4.000 | 4.040 | 3.910 | 3.844 | 3.821 | 3.921 | 3.960 | 3.895 |
| Ba | 0.012 | 0.001 | 0.015 | 0.002 | 0.011 | 0.011 | 0.002 | 0.019 | 0.018 | 0.004 | 0.011 | 0.004 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.002 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.013 | 0.000 | 0.012 | 0.011 | 0.003 | 0.002 |
| Na | 0.048 | 0.048 | 0.058 | 0.080 | 0.016 | 0.000 | 0.000 | 0.052 | 0.049 | 0.000 | 0.045 | 0.000 |
| K | 1.904 | 1.902 | 1.964 | 1.895 | 1.897 | 1.899 | 1.947 | 1.922 | 1.931 | 1.910 | 1.890 | 1.905 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | | | | | | | | | | | | |
| OH | | | | | | | | | | | | |
| Cations | 15.891 | 15.918 | 15.940 | 15.874 | 15.856 | 15.846 | 15.858 | 15.871 | 15.899 | 15.844 | 15.837 | 15.809 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL109D | FVL109D | FVL109D | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B |
|--------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2 | b2 | b2 | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a |
| Grão | 9 | 9 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 5 | 1 | 1a | 2 |
| Posição | | | | B | BC | BC | C | BC | B | B | B | BC |
| SiO ₂ | 38.46 | 39.61 | 38.83 | 37.78 | 37.76 | 37.11 | 37.77 | 37.29 | 37.43 | 37.05 | 37.71 | 36.94 |
| TiO ₂ | 1.46 | 1.43 | 1.69 | 2.33 | 2.34 | 2.65 | 2.34 | 2.45 | 2.16 | 2.54 | 2.58 | 3.15 |
| Al ₂ O ₃ | 10.96 | 10.98 | 11.42 | 10.74 | 10.81 | 10.88 | 10.26 | 10.58 | 10.55 | 10.96 | 11.13 | 11.80 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.07 | 1.73 | 1.77 | 2.82 | 1.87 | 1.97 | 3.02 | 2.64 | 2.55 | 2.35 | 2.27 | 2.76 |
| FeO | 13.98 | 13.39 | 14.28 | 16.40 | 17.07 | 16.86 | 16.16 | 16.21 | 17.41 | 16.00 | 16.53 | 15.61 |
| MnO | 0.38 | 0.33 | 0.40 | 0.42 | 0.42 | 0.39 | 0.40 | 0.36 | 0.48 | 0.32 | 0.39 | 0.35 |
| MgO | 17.68 | 18.34 | 17.65 | 15.39 | 14.37 | 14.04 | 15.18 | 14.95 | 14.39 | 15.08 | 15.05 | 15.60 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.89 | 10.11 | 10.10 | 9.81 | 10.03 | 9.96 | 9.86 | 9.86 | 9.96 | 9.72 | 9.84 | 10.00 |
| BaO | 0.28 | 0.27 | 0.21 | 0.08 | 0.24 | 0.04 | 0.23 | 0.00 | 0.10 | 0.15 | 0.32 | 0.11 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.07 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| H ₂ O | 3.95 | 4.02 | 4.00 | 3.89 | 3.86 | 3.84 | 3.87 | 3.85 | 3.86 | 3.85 | 3.90 | 3.94 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.10 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.01 |
| Total | 99.14 | 100.25 | 100.36 | 99.86 | 98.80 | 97.78 | 99.13 | 98.20 | 98.92 | 98.04 | 99.77 | 100.26 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.813 | 5.885 | 5.793 | 5.750 | 5.820 | 5.775 | 5.796 | 5.766 | 5.782 | 5.729 | 5.743 | 5.584 |
| Al | 1.952 | 1.922 | 2.008 | 1.926 | 1.963 | 1.995 | 1.855 | 1.927 | 1.921 | 1.997 | 1.997 | 2.102 |
| Fe ³ | 0.235 | 0.193 | 0.199 | 0.323 | 0.217 | 0.230 | 0.349 | 0.307 | 0.297 | 0.273 | 0.260 | 0.314 |
| Ti | 0.166 | 0.159 | 0.189 | 0.267 | 0.271 | 0.310 | 0.270 | 0.285 | 0.251 | 0.296 | 0.295 | 0.358 |
| Fe ² | 1.768 | 1.664 | 1.782 | 2.088 | 2.200 | 2.195 | 2.074 | 2.096 | 2.249 | 2.069 | 2.106 | 1.973 |
| Mn | 0.049 | 0.042 | 0.051 | 0.055 | 0.054 | 0.052 | 0.053 | 0.047 | 0.063 | 0.042 | 0.051 | 0.044 |
| Mg | 3.982 | 4.061 | 3.925 | 3.491 | 3.302 | 3.258 | 3.473 | 3.445 | 3.315 | 3.476 | 3.417 | 3.516 |
| Ba | 0.017 | 0.016 | 0.012 | 0.005 | 0.015 | 0.002 | 0.014 | 0.000 | 0.006 | 0.009 | 0.019 | 0.007 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.003 | 0.007 | 0.002 | 0.012 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.906 | 1.915 | 1.923 | 1.904 | 1.973 | 1.978 | 1.930 | 1.945 | 1.964 | 1.918 | 1.912 | 1.928 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | | | | 0.025 | 0.009 | 0.000 | 0.011 | 0.004 | 0.000 | 0.002 | 0.013 | 0.003 |
| OH | | | | 3.946 | 3.972 | 3.981 | 3.958 | 3.969 | 3.975 | 3.975 | 3.964 | 3.971 |
| Cations | 15.891 | 15.864 | 15.884 | 15.824 | 15.815 | 15.801 | 15.812 | 15.818 | 15.852 | 15.810 | 15.800 | 15.826 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 3 | 4 | 4a | 4b | 5 | 5a | 5b | 6 | 7 | 7a | 7b | 8 | 8a | 8b | 9 |
| Posição | BC | BC | BC | BC | C | C | C | C | BC | BC | BC | BC | BC | BC | B |
| SiO ₂ | 37.10 | 37.52 | 37.82 | 38.44 | 36.68 | 36.92 | 37.14 | 37.38 | 36.90 | 36.54 | 36.60 | 36.80 | 36.35 | 36.65 | 37.89 |
| TiO ₂ | 3.25 | 2.77 | 2.64 | 2.26 | 3.00 | 2.96 | 3.17 | 3.36 | 3.22 | 3.26 | 3.21 | 3.12 | 3.12 | 2.92 | 2.63 |
| Al ₂ O ₃ | 11.93 | 10.86 | 10.91 | 10.70 | 11.48 | 11.73 | 12.10 | 12.10 | 11.97 | 12.08 | 12.05 | 12.01 | 11.81 | 11.76 | 10.74 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.97 | 1.61 | 2.10 | 2.07 | 1.96 | 1.39 | 2.05 | 1.93 | 1.60 | 2.06 | 2.11 | 1.84 | 1.90 | 1.76 | 2.57 |
| FeO | 16.54 | 15.72 | 15.37 | 15.22 | 16.25 | 16.35 | 15.73 | 16.07 | 16.20 | 15.82 | 15.75 | 16.09 | 16.27 | 16.25 | 16.02 |
| MnO | 0.41 | 0.28 | 0.34 | 0.26 | 0.31 | 0.32 | 0.26 | 0.34 | 0.30 | 0.28 | 0.34 | 0.34 | 0.37 | 0.34 | 0.37 |
| MgO | 14.69 | 14.63 | 15.51 | 16.12 | 14.49 | 14.51 | 15.54 | 15.13 | 14.69 | 15.16 | 15.23 | 14.97 | 14.48 | 14.73 | 15.20 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.93 | 9.95 | 9.71 | 9.78 | 9.90 | 9.87 | 9.95 | 10.03 | 9.87 | 9.77 | 9.83 | 9.90 | 9.81 | 9.83 | 9.99 |
| BaO | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.06 | 0.06 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| H ₂ O | 3.91 | 3.85 | 3.88 | 3.91 | 3.85 | 3.85 | 3.93 | 3.96 | 3.90 | 3.90 | 3.89 | 3.90 | 3.83 | 3.86 | 3.91 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.05 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | 0.02 | 0.05 | 0.06 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.02 | 0.09 | 0.01 | 0.00 |
| Total | 99.80 | 97.20 | 98.46 | 98.80 | 98.08 | 97.96 | 99.94 | 100.31 | 98.73 | 98.87 | 99.06 | 99.00 | 98.18 | 98.16 | 99.38 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.638 | 5.824 | 5.789 | 5.845 | 5.677 | 5.703 | 5.612 | 5.633 | 5.654 | 5.586 | 5.589 | 5.624 | 5.624 | 5.657 | 5.776 |
| Al | 2.137 | 1.987 | 1.969 | 1.917 | 2.095 | 2.135 | 2.155 | 2.148 | 2.162 | 2.177 | 2.168 | 2.164 | 2.154 | 2.139 | 1.929 |
| Fe ³ | 0.225 | 0.189 | 0.242 | 0.237 | 0.228 | 0.162 | 0.233 | 0.219 | 0.185 | 0.237 | 0.243 | 0.211 | 0.221 | 0.204 | 0.295 |
| Ti | 0.371 | 0.323 | 0.304 | 0.258 | 0.349 | 0.344 | 0.361 | 0.381 | 0.371 | 0.375 | 0.368 | 0.358 | 0.363 | 0.339 | 0.302 |
| Fe ² | 2.102 | 2.040 | 1.968 | 1.935 | 2.103 | 2.112 | 1.989 | 2.025 | 2.076 | 2.023 | 2.011 | 2.057 | 2.105 | 2.098 | 2.042 |
| Mn | 0.053 | 0.037 | 0.044 | 0.033 | 0.041 | 0.042 | 0.033 | 0.044 | 0.038 | 0.036 | 0.044 | 0.044 | 0.048 | 0.045 | 0.048 |
| Mg | 3.328 | 3.386 | 3.538 | 3.654 | 3.342 | 3.342 | 3.502 | 3.399 | 3.355 | 3.456 | 3.467 | 3.410 | 3.340 | 3.389 | 3.455 |
| Ba | 0.000 | 0.001 | 0.004 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.004 | 0.004 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.004 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.002 | 0.000 | 0.001 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.926 | 1.971 | 1.895 | 1.898 | 1.955 | 1.945 | 1.919 | 1.928 | 1.930 | 1.906 | 1.915 | 1.931 | 1.937 | 1.935 | 1.942 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.012 | 0.003 | 0.015 | 0.016 | 0.005 | 0.014 | 0.015 | 0.003 | 0.001 | 0.000 | 0.016 | 0.006 | 0.023 | 0.004 | 0.000 |
| OH | 3.968 | 3.982 | 3.964 | 3.963 | 3.975 | 3.971 | 3.965 | 3.978 | 3.983 | 3.980 | 3.963 | 3.976 | 3.957 | 3.979 | 3.975 |
| Cations | 15.783 | 15.758 | 15.760 | 15.778 | 15.800 | 15.785 | 15.803 | 15.776 | 15.775 | 15.795 | 15.806 | 15.804 | 15.803 | 15.809 | 15.794 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 | 5 | 5a | 1 | 2 | 3 | 4 | 4a | 5 | 5a | 5b |
| Posição | B | B | BC | C | BC | B | B | B | BC | C | BC | BC | B | B | B |
| SiO ₂ | 38.32 | 38.65 | 38.23 | 37.64 | 38.22 | 37.92 | 38.12 | 37.55 | 38.48 | 38.55 | 37.59 | 38.24 | 38.11 | 38.08 | 36.75 |
| TiO ₂ | 2.22 | 2.34 | 2.42 | 2.53 | 2.55 | 2.44 | 2.23 | 2.35 | 2.10 | 2.44 | 2.24 | 1.99 | 1.96 | 2.18 | 2.07 |
| Al ₂ O ₃ | 9.99 | 9.93 | 10.50 | 10.63 | 10.66 | 10.59 | 10.60 | 10.13 | 9.95 | 10.49 | 10.45 | 10.56 | 9.77 | 9.92 | 9.74 |
| Fe ₂ O ₃ | 3.06 | 3.16 | 2.53 | 3.23 | 2.54 | 2.60 | 2.32 | 3.31 | 3.70 | 2.80 | 2.42 | 2.59 | 2.52 | 2.91 | 2.59 |
| FeO | 14.20 | 14.46 | 15.65 | 15.05 | 15.17 | 15.58 | 15.77 | 15.02 | 14.98 | 15.51 | 16.09 | 15.76 | 14.60 | 15.05 | 14.61 |
| MnO | 0.36 | 0.34 | 0.32 | 0.30 | 0.30 | 0.32 | 0.39 | 0.41 | 0.44 | 0.47 | 0.37 | 0.41 | 0.37 | 0.37 | 0.36 |
| MgO | 16.50 | 16.35 | 15.48 | 16.02 | 15.86 | 15.61 | 15.63 | 15.78 | 16.56 | 15.77 | 15.06 | 16.06 | 15.89 | 15.80 | 15.31 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.78 | 10.05 | 10.11 | 10.14 | 10.05 | 9.95 | 9.78 | 9.94 | 10.00 | 10.22 | 9.90 | 9.74 | 9.71 | 9.85 | 9.28 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.12 | 0.19 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| CaO | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 |
| H ₂ O | 3.89 | 3.92 | 3.91 | 3.91 | 3.93 | 3.90 | 3.90 | 3.86 | 3.92 | 3.95 | 3.84 | 3.92 | 3.84 | 3.86 | 3.73 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.07 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.03 |
| Total | 98.41 | 99.21 | 99.37 | 99.56 | 99.27 | 98.91 | 98.86 | 98.38 | 100.20 | 100.24 | 98.11 | 99.47 | 96.87 | 98.05 | 94.51 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.851 | 5.863 | 5.825 | 5.725 | 5.803 | 5.793 | 5.825 | 5.779 | 5.809 | 5.817 | 5.814 | 5.812 | 5.918 | 5.862 | 5.860 |
| Al | 1.797 | 1.776 | 1.885 | 1.906 | 1.907 | 1.907 | 1.908 | 1.837 | 1.771 | 1.865 | 1.905 | 1.891 | 1.788 | 1.800 | 1.830 |
| Fe ³ | 0.352 | 0.361 | 0.290 | 0.370 | 0.290 | 0.299 | 0.267 | 0.384 | 0.420 | 0.318 | 0.282 | 0.297 | 0.295 | 0.338 | 0.310 |
| Ti | 0.255 | 0.267 | 0.278 | 0.290 | 0.292 | 0.280 | 0.256 | 0.273 | 0.238 | 0.277 | 0.261 | 0.228 | 0.229 | 0.253 | 0.248 |
| Fe ² | 1.814 | 1.835 | 1.994 | 1.914 | 1.927 | 1.991 | 2.016 | 1.933 | 1.891 | 1.957 | 2.080 | 2.003 | 1.896 | 1.937 | 1.948 |
| Mn | 0.047 | 0.044 | 0.041 | 0.038 | 0.038 | 0.041 | 0.050 | 0.054 | 0.056 | 0.060 | 0.048 | 0.053 | 0.049 | 0.049 | 0.048 |
| Mg | 3.757 | 3.698 | 3.515 | 3.631 | 3.589 | 3.555 | 3.561 | 3.620 | 3.727 | 3.547 | 3.472 | 3.639 | 3.679 | 3.625 | 3.640 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.007 | 0.011 | 0.004 | 0.000 | 0.000 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 |
| Ca | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.003 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.905 | 1.945 | 1.965 | 1.966 | 1.946 | 1.938 | 1.906 | 1.951 | 1.925 | 1.967 | 1.953 | 1.888 | 1.924 | 1.934 | 1.888 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.010 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.003 | 0.017 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.009 |
| OH | 3.959 | 3.970 | 3.971 | 3.969 | 3.976 | 3.975 | 3.973 | 3.965 | 3.946 | 3.973 | 3.965 | 3.975 | 3.976 | 3.959 | 3.964 |
| Cations | 15.787 | 15.789 | 15.804 | 15.847 | 15.792 | 15.805 | 15.796 | 15.830 | 15.838 | 15.811 | 15.821 | 15.823 | 15.786 | 15.798 | 15.779 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2a | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 |
| Ponto | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 | 4a | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| Posição | B | B | BC | C | C | C | BC | B | BC | C | BC | BC | B | BC | BC |
| SiO ₂ | 37.57 | 37.66 | 37.47 | 37.09 | 37.31 | 37.39 | 38.41 | 35.48 | 35.87 | 36.03 | 35.82 | 36.08 | 35.29 | 36.25 | 35.86 |
| TiO ₂ | 2.27 | 2.33 | 2.46 | 2.78 | 2.67 | 2.73 | 1.95 | 2.14 | 1.94 | 1.85 | 2.02 | 1.75 | 1.82 | 2.15 | 2.14 |
| Al ₂ O ₃ | 10.66 | 10.28 | 10.90 | 11.14 | 10.60 | 10.70 | 10.02 | 8.66 | 9.01 | 8.75 | 8.54 | 8.32 | 8.16 | 8.55 | 9.28 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.52 | 2.74 | 2.49 | 2.98 | 2.39 | 3.10 | 3.07 | 5.84 | 4.41 | 4.52 | 4.74 | 5.70 | 5.72 | 4.62 | 4.02 |
| FeO | 16.33 | 16.26 | 16.36 | 16.57 | 16.32 | 15.59 | 15.93 | 18.54 | 19.31 | 18.36 | 18.87 | 19.11 | 18.61 | 18.93 | 18.74 |
| MnO | 0.49 | 0.36 | 0.37 | 0.36 | 0.33 | 0.45 | 0.46 | 0.33 | 0.34 | 0.35 | 0.38 | 0.35 | 0.36 | 0.41 | 0.32 |
| MgO | 15.10 | 14.85 | 15.01 | 15.05 | 14.58 | 15.36 | 15.81 | 13.09 | 12.66 | 13.00 | 12.42 | 13.10 | 12.81 | 12.50 | 12.71 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.09 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.05 |
| K ₂ O | 9.90 | 10.07 | 9.99 | 9.91 | 9.79 | 9.89 | 9.87 | 9.80 | 9.37 | 9.86 | 9.67 | 9.65 | 9.47 | 9.41 | 9.65 |
| BaO | 0.03 | 0.23 | 0.24 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.12 | 0.14 | 0.06 | 0.08 | 0.13 | 0.14 | 0.14 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.09 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.07 | 0.02 | 0.00 |
| H ₂ O | 3.87 | 3.86 | 3.88 | 3.90 | 3.82 | 3.86 | 3.90 | 3.61 | 3.70 | 3.63 | 3.56 | 3.64 | 3.61 | 3.64 | 3.63 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 0.27 | 0.05 | 0.18 | 0.28 | 0.22 | 0.15 | 0.19 | 0.20 |
| Cl | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.08 | 0.10 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| Total | 98.76 | 98.63 | 99.24 | 99.86 | 97.88 | 99.25 | 99.50 | 98.04 | 96.90 | 96.70 | 96.47 | 98.10 | 96.23 | 96.83 | 96.73 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.777 | 5.812 | 5.744 | 5.656 | 5.784 | 5.716 | 5.850 | 5.667 | 5.761 | 5.796 | 5.794 | 5.753 | 5.737 | 5.822 | 5.759 |
| Al | 1.932 | 1.869 | 1.969 | 2.001 | 1.937 | 1.927 | 1.798 | 1.631 | 1.706 | 1.658 | 1.628 | 1.563 | 1.564 | 1.619 | 1.756 |
| Fe ³ | 0.291 | 0.318 | 0.287 | 0.342 | 0.279 | 0.356 | 0.352 | 0.702 | 0.533 | 0.547 | 0.578 | 0.684 | 0.700 | 0.559 | 0.485 |
| Ti | 0.262 | 0.271 | 0.284 | 0.319 | 0.311 | 0.314 | 0.224 | 0.257 | 0.235 | 0.224 | 0.246 | 0.210 | 0.223 | 0.260 | 0.259 |
| Fe ² | 2.100 | 2.099 | 2.098 | 2.113 | 2.116 | 1.993 | 2.029 | 2.476 | 2.594 | 2.469 | 2.554 | 2.549 | 2.530 | 2.543 | 2.517 |
| Mn | 0.064 | 0.047 | 0.048 | 0.047 | 0.043 | 0.058 | 0.059 | 0.044 | 0.047 | 0.048 | 0.052 | 0.047 | 0.050 | 0.055 | 0.044 |
| Mg | 3.461 | 3.416 | 3.430 | 3.421 | 3.370 | 3.500 | 3.590 | 3.116 | 3.032 | 3.117 | 2.994 | 3.114 | 3.104 | 2.993 | 3.042 |
| Ba | 0.002 | 0.014 | 0.015 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.013 | 0.008 | 0.009 | 0.004 | 0.005 | 0.008 | 0.009 | 0.009 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.014 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.011 | 0.004 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.017 | 0.010 | 0.027 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.014 |
| K | 1.942 | 1.982 | 1.953 | 1.927 | 1.936 | 1.929 | 1.917 | 1.997 | 1.920 | 2.022 | 1.996 | 1.962 | 1.964 | 1.928 | 1.978 |
| F | | | | | | | | 0.135 | 0.023 | 0.094 | 0.141 | 0.110 | 0.077 | 0.094 | 0.100 |
| Cl | 0.005 | 0.000 | 0.005 | 0.004 | 0.020 | 0.027 | 0.012 | 0.004 | 0.002 | 0.000 | 0.010 | 0.005 | 0.002 | 0.000 | 0.002 |
| OH | 3.970 | 3.974 | 3.970 | 3.966 | 3.955 | 3.940 | 3.957 | 3.846 | 3.964 | 3.895 | 3.842 | 3.872 | 3.914 | 3.900 | 3.889 |
| Cations | 15.832 | 15.827 | 15.833 | 15.831 | 15.777 | 15.809 | 15.825 | 15.922 | 15.859 | 15.900 | 15.872 | 15.906 | 15.898 | 15.800 | 15.862 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 282B | 282B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 6 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Ponto | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 3a | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Posição | C | B | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 35.57 | 35.84 | 38.59 | 39.31 | 38.43 | 38.17 | 38.51 | 36.60 | 37.27 | 38.33 | 40.29 | 39.10 | 38.58 | 38.61 | 39.56 |
| TiO ₂ | 1.97 | 2.02 | 1.45 | 1.51 | 2.07 | 1.88 | 1.49 | 2.08 | 2.09 | 1.79 | 1.20 | 1.61 | 1.75 | 1.55 | 1.61 |
| Al ₂ O ₃ | 8.89 | 8.07 | 10.25 | 10.67 | 10.53 | 10.44 | 9.90 | 10.30 | 10.67 | 10.52 | 9.59 | 10.26 | 10.67 | 10.35 | 10.19 |
| Fe ₂ O ₃ | 4.71 | 5.57 | 3.48 | 2.96 | 2.86 | 3.01 | 3.44 | 2.83 | 2.62 | 2.67 | 3.59 | 2.99 | 2.83 | 3.27 | 2.88 |
| FeO | 18.34 | 17.79 | 11.09 | 11.28 | 11.40 | 10.93 | 10.78 | 10.52 | 11.21 | 11.00 | 11.35 | 11.89 | 12.03 | 12.36 | 11.77 |
| MnO | 0.28 | 0.37 | 0.36 | 0.40 | 0.44 | 0.42 | 0.40 | 0.32 | 0.32 | 0.34 | 0.36 | 0.35 | 0.43 | 0.37 | 0.36 |
| MgO | 13.02 | 13.21 | 19.54 | 19.78 | 18.68 | 18.76 | 19.43 | 18.09 | 18.16 | 19.14 | 20.08 | 19.11 | 18.75 | 18.90 | 19.26 |
| Na ₂ O | 0.05 | 0.07 | 0.22 | 0.32 | 0.00 | 0.22 | 0.04 | 0.27 | 0.13 | 0.09 | 0.00 | 0.02 | 0.16 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.71 | 9.45 | 9.91 | 9.63 | 9.77 | 9.88 | 9.45 | 9.05 | 9.40 | 9.34 | 9.62 | 9.59 | 9.53 | 9.59 | 9.68 |
| BaO | 0.08 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 0.24 | 0.24 | 0.35 | 0.00 | 0.21 | 0.00 | 0.40 | 0.26 | 0.00 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.09 | 0.02 | 0.06 | 0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| H ₂ O | 3.58 | 3.58 | 3.96 | 4.03 | 3.94 | 3.92 | 3.92 | 3.78 | 3.86 | 3.93 | 4.04 | 3.98 | 3.97 | 3.96 | 4.00 |
| F | 0.27 | 0.25 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| Total | 96.47 | 96.28 | 98.87 | 99.99 | 98.14 | 97.86 | 97.69 | 94.16 | 96.20 | 97.24 | 100.40 | 98.96 | 99.10 | 99.22 | 99.33 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.738 | 5.787 | 5.794 | 5.811 | 5.802 | 5.790 | 5.838 | 5.757 | 5.753 | 5.814 | 5.936 | 5.853 | 5.792 | 5.799 | 5.889 |
| Al | 1.691 | 1.536 | 1.813 | 1.859 | 1.873 | 1.867 | 1.770 | 1.908 | 1.942 | 1.881 | 1.666 | 1.810 | 1.888 | 1.831 | 1.788 |
| Fe ³ | 0.571 | 0.677 | 0.393 | 0.330 | 0.325 | 0.344 | 0.392 | 0.335 | 0.305 | 0.305 | 0.398 | 0.337 | 0.320 | 0.369 | 0.323 |
| Ti | 0.240 | 0.245 | 0.163 | 0.168 | 0.235 | 0.215 | 0.170 | 0.246 | 0.243 | 0.204 | 0.133 | 0.182 | 0.198 | 0.175 | 0.180 |
| Fe ² | 2.474 | 2.402 | 1.392 | 1.395 | 1.439 | 1.387 | 1.367 | 1.383 | 1.447 | 1.396 | 1.399 | 1.489 | 1.510 | 1.552 | 1.465 |
| Mn | 0.039 | 0.051 | 0.046 | 0.050 | 0.056 | 0.054 | 0.051 | 0.042 | 0.042 | 0.044 | 0.045 | 0.045 | 0.055 | 0.047 | 0.045 |
| Mg | 3.132 | 3.180 | 4.372 | 4.358 | 4.204 | 4.242 | 4.390 | 4.241 | 4.178 | 4.327 | 4.412 | 4.264 | 4.196 | 4.232 | 4.275 |
| Ba | 0.005 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.014 | 0.015 | 0.021 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.024 | 0.016 | 0.000 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.015 | 0.004 | 0.010 | 0.017 | 0.014 | 0.018 | 0.014 | 0.010 | 0.009 | 0.001 | 0.000 | 0.005 |
| Na | 0.016 | 0.021 | 0.063 | 0.092 | 0.000 | 0.063 | 0.011 | 0.083 | 0.038 | 0.026 | 0.000 | 0.005 | 0.047 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.998 | 1.947 | 1.898 | 1.817 | 1.882 | 1.912 | 1.827 | 1.815 | 1.850 | 1.807 | 1.809 | 1.832 | 1.825 | 1.837 | 1.838 |
| F | 0.138 | 0.129 | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.001 | 0.004 | | | | | | | | | | | | | |
| OH | 3.852 | 3.855 | | | | | | | | | | | | | |
| Cations | 15.903 | 15.851 | 15.936 | 15.895 | 15.819 | 15.892 | 15.846 | 15.839 | 15.838 | 15.818 | 15.820 | 15.825 | 15.856 | 15.859 | 15.808 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 296B | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | |
| Ponto | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4a | 5 | 1 | 2 | 3 | |
| Posição | | | | | | | B | flog | BC | BC | BC | BC | BC | C | B | |
| SiO ₂ | 35.87 | 39.02 | 39.18 | 38.71 | 39.42 | 39.40 | 38.24 | 38.19 | 37.95 | 37.98 | 38.65 | 37.83 | 38.75 | 38.23 | 37.39 | |
| TiO ₂ | 0.97 | 1.50 | 1.60 | 1.79 | 1.52 | 1.78 | 1.79 | 1.94 | 1.91 | 1.83 | 1.85 | 1.94 | 2.24 | 2.00 | 1.77 | |
| Al ₂ O ₃ | 7.50 | 9.80 | 9.99 | 10.25 | 10.07 | 10.08 | 9.85 | 9.75 | 10.07 | 9.90 | 9.74 | 10.02 | 10.10 | 10.14 | 9.62 | |
| Fe ₂ O ₃ | 5.03 | 2.99 | 2.69 | 2.34 | 3.30 | 2.69 | 3.76 | 3.84 | 3.56 | 3.33 | 3.17 | 3.92 | 2.91 | 3.26 | 3.42 | |
| FeO | 10.61 | 11.91 | 11.85 | 12.09 | 11.56 | 11.70 | 15.66 | 16.20 | 16.81 | 15.76 | 16.24 | 16.01 | 16.84 | 16.35 | 16.36 | |
| MnO | 0.41 | 0.31 | 0.29 | 0.40 | 0.37 | 0.33 | 0.48 | 0.52 | 0.49 | 0.52 | 0.51 | 0.48 | 0.42 | 0.55 | 0.48 | |
| MgO | 17.55 | 18.57 | 18.79 | 18.11 | 19.25 | 18.74 | 16.21 | 15.78 | 15.34 | 15.72 | 15.55 | 15.94 | 15.14 | 15.61 | 15.15 | |
| Na ₂ O | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| K ₂ O | 8.51 | 9.89 | 9.54 | 9.73 | 10.05 | 9.87 | 10.06 | 9.76 | 10.21 | 10.13 | 10.09 | 10.14 | 9.99 | 9.99 | 9.57 | |
| BaO | 0.01 | 0.15 | 0.00 | 0.14 | 0.11 | 0.05 | 0.12 | 0.09 | 0.09 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CaO | 0.52 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.10 | |
| H ₂ O | 3.58 | 3.93 | 3.95 | 3.91 | 4.00 | 3.97 | 3.91 | 3.90 | 3.90 | 3.87 | 3.90 | 3.91 | 3.93 | 3.91 | 3.81 | |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | |
| Cl | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | |
| Total | 90.60 | 98.13 | 97.94 | 97.51 | 99.83 | 98.61 | 100.09 | 100.02 | 100.34 | 99.18 | 99.73 | 100.18 | 100.34 | 100.04 | 97.66 | |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.918 | 5.910 | 5.916 | 5.893 | 5.866 | 5.914 | 5.808 | 5.812 | 5.783 | 5.826 | 5.888 | 5.754 | 5.867 | 5.810 | 5.831 | |
| Al | 1.457 | 1.749 | 1.778 | 1.839 | 1.765 | 1.782 | 1.762 | 1.748 | 1.808 | 1.790 | 1.748 | 1.797 | 1.802 | 1.817 | 1.768 | |
| Fe ³ | 0.625 | 0.341 | 0.306 | 0.269 | 0.369 | 0.303 | 0.430 | 0.440 | 0.409 | 0.384 | 0.364 | 0.449 | 0.331 | 0.373 | 0.402 | |
| Ti | 0.120 | 0.171 | 0.182 | 0.205 | 0.170 | 0.201 | 0.204 | 0.222 | 0.219 | 0.211 | 0.212 | 0.222 | 0.255 | 0.228 | 0.208 | |
| Fe ² | 1.464 | 1.508 | 1.497 | 1.538 | 1.438 | 1.469 | 1.989 | 2.063 | 2.143 | 2.022 | 2.069 | 2.037 | 2.132 | 2.078 | 2.133 | |
| Mn | 0.057 | 0.040 | 0.037 | 0.051 | 0.046 | 0.042 | 0.061 | 0.067 | 0.063 | 0.067 | 0.065 | 0.062 | 0.054 | 0.071 | 0.063 | |
| Mg | 4.316 | 4.194 | 4.230 | 4.108 | 4.271 | 4.193 | 3.670 | 3.580 | 3.485 | 3.595 | 3.532 | 3.616 | 3.418 | 3.536 | 3.521 | |
| Ba | 0.001 | 0.009 | 0.000 | 0.008 | 0.006 | 0.003 | 0.007 | 0.005 | 0.005 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Ca | 0.091 | 0.011 | 0.008 | 0.005 | 0.004 | 0.003 | 0.005 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.017 | |
| Na | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.048 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| K | 1.791 | 1.911 | 1.838 | 1.890 | 1.908 | 1.890 | 1.948 | 1.895 | 1.985 | 1.981 | 1.960 | 1.967 | 1.930 | 1.938 | 1.903 | |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | | | | | | | 0.000 | 0.006 | 0.005 | 0.004 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | |
| OH | | | | | | | 3.964 | 3.956 | 3.960 | 3.963 | 3.964 | 3.963 | 3.972 | 3.964 | 3.966 | |
| Cations | 15.845 | 15.843 | 15.792 | 15.805 | 15.891 | 15.800 | 15.884 | 15.838 | 15.900 | 15.883 | 15.839 | 15.903 | 15.790 | 15.851 | 15.845 | |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 281 | 281 | 281 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| Ponto | 3a | 3b | 1 | 1a | 1b | 2 | 3 | 3a | 1 | 1a | 2 | 3 | 1 | 2 | 2a |
| Posição | B | B | B | B | B | C | B | B | B | B | C | B | | | |
| SiO ₂ | 37.33 | 37.60 | 37.96 | 37.31 | 37.54 | 38.47 | 38.18 | 38.60 | 38.11 | 38.36 | 38.24 | 38.44 | 33.86 | 33.67 | 35.85 |
| TiO ₂ | 1.83 | 1.85 | 1.71 | 1.63 | 1.60 | 1.76 | 1.55 | 1.97 | 1.84 | 1.90 | 1.78 | 1.88 | 2.05 | 2.28 | 2.61 |
| Al ₂ O ₃ | 9.37 | 9.72 | 9.77 | 9.54 | 9.23 | 10.22 | 9.34 | 10.20 | 9.92 | 10.00 | 9.69 | 9.96 | 8.56 | 8.74 | 9.29 |
| Fe ₂ O ₃ | 3.53 | 3.78 | 2.90 | 2.68 | 3.77 | 2.83 | 3.23 | 2.71 | 2.29 | 3.65 | 3.44 | 3.16 | 4.26 | 4.07 | 4.55 |
| FeO | 16.67 | 16.86 | 16.48 | 16.07 | 15.87 | 16.26 | 15.75 | 16.90 | 16.38 | 15.40 | 16.63 | 16.25 | 20.18 | 19.52 | 19.83 |
| MnO | 0.43 | 0.63 | 0.61 | 0.53 | 0.60 | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.50 | 0.53 | 0.52 | 0.51 | 0.49 | 0.38 | 0.46 |
| MgO | 14.57 | 15.20 | 15.13 | 14.99 | 15.49 | 15.94 | 15.74 | 15.39 | 14.90 | 16.42 | 15.43 | 15.57 | 10.47 | 10.70 | 11.92 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.06 | 9.56 | 9.66 | 9.22 | 9.40 | 9.68 | 9.51 | 9.64 | 9.82 | 9.98 | 9.77 | 10.20 | 9.63 | 9.46 | 9.89 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.08 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.03 | 0.00 | 0.09 | 0.08 | 0.13 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| H ₂ O | 3.79 | 3.84 | 3.83 | 3.75 | 3.80 | 3.90 | 3.82 | 3.92 | 3.84 | 3.92 | 3.88 | 3.90 | 3.49 | 3.48 | 3.72 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.01 |
| Total | 97.62 | 99.07 | 98.18 | 95.85 | 97.47 | 99.66 | 97.76 | 99.85 | 97.65 | 100.25 | 99.44 | 99.92 | 93.03 | 92.38 | 98.19 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.852 | 5.797 | 5.879 | 5.902 | 5.860 | 5.846 | 5.918 | 5.863 | 5.918 | 5.802 | 5.855 | 5.851 | 5.744 | 5.727 | 5.710 |
| Al | 1.732 | 1.765 | 1.783 | 1.779 | 1.698 | 1.830 | 1.706 | 1.827 | 1.815 | 1.783 | 1.749 | 1.787 | 1.712 | 1.752 | 1.744 |
| Fe ³ | 0.416 | 0.438 | 0.338 | 0.320 | 0.443 | 0.323 | 0.376 | 0.310 | 0.268 | 0.415 | 0.397 | 0.362 | 0.544 | 0.521 | 0.546 |
| Ti | 0.216 | 0.215 | 0.199 | 0.194 | 0.187 | 0.201 | 0.181 | 0.225 | 0.215 | 0.216 | 0.205 | 0.215 | 0.262 | 0.292 | 0.312 |
| Fe ² | 2.186 | 2.174 | 2.135 | 2.126 | 2.071 | 2.066 | 2.042 | 2.146 | 2.128 | 1.948 | 2.130 | 2.068 | 2.863 | 2.776 | 2.642 |
| Mn | 0.057 | 0.082 | 0.079 | 0.071 | 0.079 | 0.064 | 0.063 | 0.059 | 0.066 | 0.068 | 0.067 | 0.066 | 0.070 | 0.055 | 0.062 |
| Mg | 3.404 | 3.495 | 3.494 | 3.534 | 3.605 | 3.611 | 3.636 | 3.485 | 3.448 | 3.703 | 3.523 | 3.533 | 2.648 | 2.713 | 2.831 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.005 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.005 | 0.000 | 0.014 | 0.013 | 0.022 | 0.009 | 0.012 | 0.007 | 0.008 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 |
| K | 2.013 | 1.880 | 1.908 | 1.861 | 1.871 | 1.877 | 1.880 | 1.867 | 1.944 | 1.926 | 1.908 | 1.982 | 2.083 | 2.054 | 2.009 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.011 | 0.012 | 0.011 | 0.009 | 0.014 | 0.014 | 0.007 | 0.003 | 0.014 | 0.000 | 0.011 | | | |
| OH | 3.966 | 3.951 | 3.958 | 3.961 | 3.954 | 3.958 | 3.953 | 3.967 | 3.974 | 3.950 | 3.967 | 3.957 | | | |
| Cations | 15.881 | 15.846 | 15.830 | 15.800 | 15.837 | 15.829 | 15.816 | 15.790 | 15.810 | 15.865 | 15.838 | 15.866 | 15.935 | 15.893 | 15.860 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 281 | 20B94 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | c1 |
| Grão | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 3 |
| Ponto | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 35.58 | 36.20 | 37.08 | 37.50 | 36.37 | 37.13 | 36.82 | 36.14 | 36.71 | 38.05 | 37.85 | 38.00 | 38.30 | 37.12 | 41.47 |
| TiO ₂ | 2.38 | 2.52 | 1.97 | 2.08 | 2.11 | 2.69 | 2.45 | 2.30 | 2.85 | 1.80 | 2.36 | 2.20 | 2.20 | 2.30 | 0.18 |
| Al ₂ O ₃ | 9.01 | 9.11 | 8.86 | 8.79 | 8.72 | 9.84 | 9.46 | 8.65 | 9.22 | 8.44 | 8.99 | 8.86 | 8.98 | 9.56 | 11.22 |
| Fe ₂ O ₃ | 4.53 | 4.13 | 4.10 | 4.23 | 4.30 | 3.91 | 3.74 | 3.64 | 4.29 | 4.55 | 4.03 | 3.95 | 3.45 | 3.81 | 1.18 |
| FeO | 19.80 | 19.48 | 19.79 | 20.06 | 19.07 | 19.88 | 20.04 | 18.72 | 18.75 | 19.78 | 19.20 | 18.99 | 19.60 | 20.80 | 3.13 |
| MnO | 0.40 | 0.41 | 0.43 | 0.47 | 0.38 | 0.49 | 0.45 | 0.37 | 0.32 | 0.36 | 0.40 | 0.39 | 0.43 | 0.42 | 0.06 |
| MgO | 11.82 | 11.99 | 12.54 | 12.45 | 12.24 | 12.51 | 12.26 | 11.86 | 12.60 | 13.23 | 12.98 | 13.14 | 12.80 | 12.21 | 26.82 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.16 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.81 | 9.87 | 9.36 | 9.65 | 9.81 | 9.91 | 9.46 | 9.37 | 9.66 | 9.54 | 9.68 | 9.85 | 9.66 | 9.70 | 9.00 |
| BaO | 0.05 | 0.00 | 0.11 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.27 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.04 | 0.18 | 0.00 | 0.04 | 0.29 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| H ₂ O | 3.67 | 3.71 | 3.75 | 3.78 | 3.69 | 3.83 | 3.76 | 3.61 | 3.76 | 3.81 | 3.82 | 3.82 | 3.82 | 3.80 | 4.15 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.14 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Total | 97.06 | 97.43 | 98.24 | 99.21 | 97.07 | 100.29 | 98.51 | 95.07 | 98.29 | 99.61 | 99.43 | 99.20 | 99.25 | 99.77 | 97.49 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.737 | 5.787 | 5.862 | 5.877 | 5.833 | 5.749 | 5.801 | 5.892 | 5.781 | 5.920 | 5.882 | 5.912 | 5.952 | 5.794 | 5.970 |
| Al | 1.713 | 1.716 | 1.651 | 1.624 | 1.649 | 1.795 | 1.756 | 1.661 | 1.711 | 1.548 | 1.647 | 1.625 | 1.645 | 1.758 | 1.903 |
| Fe ³ | 0.550 | 0.497 | 0.488 | 0.499 | 0.519 | 0.456 | 0.443 | 0.447 | 0.508 | 0.532 | 0.472 | 0.463 | 0.403 | 0.448 | 0.127 |
| Ti | 0.289 | 0.303 | 0.234 | 0.245 | 0.255 | 0.313 | 0.290 | 0.282 | 0.338 | 0.210 | 0.275 | 0.257 | 0.258 | 0.270 | 0.019 |
| Fe ² | 2.670 | 2.603 | 2.617 | 2.629 | 2.557 | 2.575 | 2.641 | 2.553 | 2.469 | 2.574 | 2.495 | 2.471 | 2.547 | 2.716 | 0.376 |
| Mn | 0.054 | 0.055 | 0.057 | 0.062 | 0.052 | 0.064 | 0.060 | 0.051 | 0.043 | 0.047 | 0.052 | 0.051 | 0.057 | 0.056 | 0.008 |
| Mg | 2.840 | 2.857 | 2.956 | 2.910 | 2.927 | 2.888 | 2.880 | 2.882 | 2.957 | 3.068 | 3.006 | 3.047 | 2.964 | 2.841 | 5.756 |
| Ba | 0.003 | 0.000 | 0.007 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.015 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.000 | 0.042 | 0.007 | 0.031 | 0.000 | 0.007 | 0.050 | 0.009 | 0.006 | 0.006 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.036 | 0.051 | 0.027 | 0.000 | 0.000 | 0.014 | 0.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 2.019 | 2.012 | 1.887 | 1.929 | 2.007 | 1.958 | 1.902 | 1.949 | 1.941 | 1.893 | 1.918 | 1.955 | 1.914 | 1.932 | 1.652 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | | | | | | | | | | | | | | | 0.002 |
| OH | | | | | | | | | | | | | | | 3.987 |
| Cations | 15.875 | 15.831 | 15.800 | 15.820 | 15.880 | 15.824 | 15.780 | 15.767 | 15.771 | 15.799 | 15.772 | 15.783 | 15.741 | 15.817 | 15.828 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 1a | 2 | 2a | 3 | 3a | 4 | 4a | 5 | 5a | 1 | 1a | 2 | 2a | 3 | 3a |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 41.71 | 41.80 | 41.82 | 41.89 | 41.33 | 41.28 | 42.06 | 42.12 | 41.63 | 41.68 | 42.22 | 41.51 | 41.77 | 41.27 | 41.84 |
| TiO ₂ | 0.20 | 0.20 | 0.16 | 0.24 | 0.28 | 0.22 | 0.25 | 0.15 | 0.18 | 0.21 | 0.18 | 0.24 | 0.23 | 0.21 | 0.22 |
| Al ₂ O ₃ | 11.20 | 10.88 | 11.46 | 10.70 | 10.87 | 10.21 | 10.07 | 9.63 | 9.68 | 10.65 | 10.93 | 11.49 | 11.43 | 11.36 | 11.59 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.88 | 1.22 | 0.63 | 1.84 | 0.99 | 2.42 | 2.57 | 2.23 | 2.46 | 1.15 | 1.13 | 0.50 | 0.56 | 0.96 | 0.35 |
| FeO | 3.22 | 3.14 | 3.40 | 2.64 | 3.15 | 2.95 | 2.92 | 3.37 | 3.05 | 2.94 | 2.95 | 3.34 | 3.40 | 2.94 | 3.36 |
| MnO | 0.05 | 0.03 | 0.07 | 0.10 | 0.01 | 0.04 | 0.07 | 0.09 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.15 | 0.01 | 0.09 |
| MgO | 26.72 | 26.74 | 26.79 | 27.15 | 26.21 | 26.69 | 27.09 | 26.30 | 26.35 | 26.31 | 27.15 | 26.67 | 26.54 | 26.78 | 26.65 |
| Na ₂ O | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.03 | 0.05 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.16 | 0.00 |
| K ₂ O | 8.79 | 8.77 | 8.96 | 9.08 | 8.91 | 8.90 | 8.69 | 8.63 | 8.82 | 9.32 | 8.74 | 8.55 | 8.75 | 8.89 | 8.94 |
| BaO | 0.25 | 0.36 | 0.10 | 0.18 | 0.13 | 0.03 | 0.09 | 0.10 | 0.34 | 0.22 | 0.10 | 0.29 | 0.45 | 0.24 | 0.37 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| H ₂ O | 4.15 | 4.15 | 4.18 | 4.17 | 4.10 | 4.11 | 4.16 | 4.11 | 4.09 | 4.12 | 4.18 | 4.15 | 4.17 | 4.14 | 4.18 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 97.25 | 97.33 | 97.60 | 98.01 | 96.08 | 96.89 | 98.02 | 96.82 | 96.64 | 96.64 | 97.64 | 96.83 | 97.50 | 96.97 | 97.59 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.005 | 6.020 | 5.996 | 5.996 | 6.025 | 5.990 | 6.023 | 6.110 | 6.067 | 6.053 | 6.036 | 5.991 | 6.004 | 5.961 | 6.002 |
| Al | 1.900 | 1.847 | 1.936 | 1.806 | 1.867 | 1.746 | 1.700 | 1.647 | 1.663 | 1.822 | 1.842 | 1.955 | 1.936 | 1.934 | 1.960 |
| Fe ³ | 0.095 | 0.133 | 0.068 | 0.199 | 0.109 | 0.264 | 0.277 | 0.243 | 0.270 | 0.125 | 0.122 | 0.054 | 0.060 | 0.105 | 0.038 |
| Ti | 0.022 | 0.021 | 0.018 | 0.026 | 0.031 | 0.024 | 0.026 | 0.016 | 0.019 | 0.023 | 0.020 | 0.026 | 0.025 | 0.022 | 0.024 |
| Fe ² | 0.388 | 0.378 | 0.408 | 0.316 | 0.384 | 0.358 | 0.349 | 0.409 | 0.371 | 0.357 | 0.353 | 0.404 | 0.409 | 0.355 | 0.403 |
| Mn | 0.006 | 0.004 | 0.008 | 0.012 | 0.002 | 0.005 | 0.008 | 0.011 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.010 | 0.018 | 0.002 | 0.011 |
| Mg | 5.734 | 5.742 | 5.725 | 5.792 | 5.696 | 5.774 | 5.783 | 5.687 | 5.724 | 5.696 | 5.787 | 5.739 | 5.687 | 5.767 | 5.700 |
| Ba | 0.014 | 0.020 | 0.006 | 0.010 | 0.008 | 0.002 | 0.005 | 0.006 | 0.019 | 0.013 | 0.006 | 0.017 | 0.025 | 0.013 | 0.021 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 |
| Na | 0.017 | 0.007 | 0.007 | 0.000 | 0.021 | 0.007 | 0.014 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.046 | 0.000 |
| K | 1.615 | 1.612 | 1.638 | 1.658 | 1.657 | 1.648 | 1.587 | 1.597 | 1.639 | 1.726 | 1.594 | 1.574 | 1.604 | 1.638 | 1.635 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| OH | 3.987 | 3.988 | 3.994 | 3.981 | 3.990 | 3.978 | 3.974 | 3.980 | 3.978 | 3.987 | 3.989 | 3.993 | 3.994 | 3.991 | 3.995 |
| Cations | 15.797 | 15.784 | 15.810 | 15.814 | 15.801 | 15.820 | 15.775 | 15.747 | 15.779 | 15.819 | 15.765 | 15.769 | 15.783 | 15.843 | 15.795 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| Ponto | 4 | 4a | 5 | 5a | 6 | 6a | 7 | 7a | 8 | 8a | 9 | 9a | 1 | 3a | 1a |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 41.58 | 42.08 | 41.54 | 41.49 | 41.61 | 42.18 | 41.62 | 42.07 | 41.22 | 42.16 | 41.96 | 42.40 | 41.86 | 41.63 | 41.78 |
| TiO ₂ | 0.20 | 0.20 | 0.22 | 0.21 | 0.18 | 0.16 | 0.18 | 0.25 | 0.29 | 0.18 | 0.21 | 0.17 | 0.04 | 0.06 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 11.21 | 11.06 | 11.27 | 11.43 | 11.36 | 11.33 | 11.73 | 11.57 | 11.24 | 11.18 | 10.38 | 10.35 | 11.80 | 11.98 | 11.89 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.56 | 0.89 | 0.63 | 0.58 | 0.95 | 0.73 | 0.28 | 0.37 | 0.82 | 0.92 | 1.86 | 2.13 | 0.20 | 0.05 | 0.45 |
| FeO | 3.40 | 3.25 | 3.29 | 3.42 | 2.91 | 3.26 | 3.38 | 3.24 | 3.22 | 3.17 | 3.13 | 2.94 | 2.08 | 2.25 | 1.94 |
| MnO | 0.12 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.12 | 0.14 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.11 | 0.03 | 0.04 | 0.07 |
| MgO | 26.33 | 26.72 | 26.43 | 26.55 | 27.12 | 27.14 | 26.62 | 26.74 | 26.37 | 27.08 | 26.78 | 27.29 | 27.58 | 27.52 | 27.82 |
| Na ₂ O | 0.04 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.14 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.16 | 0.04 | 0.22 |
| K ₂ O | 8.70 | 8.83 | 8.85 | 8.76 | 8.71 | 8.62 | 9.06 | 8.80 | 8.83 | 8.58 | 8.74 | 8.57 | 8.70 | 8.74 | 8.80 |
| BaO | 0.41 | 0.46 | 0.30 | 0.38 | 0.33 | 0.13 | 0.25 | 0.38 | 0.18 | 0.46 | 0.19 | 0.18 | 0.67 | 0.64 | 0.57 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.08 |
| H ₂ O | 4.13 | 4.17 | 4.14 | 4.15 | 4.17 | 4.20 | 4.17 | 4.19 | 4.12 | 4.19 | 4.15 | 4.19 | 4.19 | 4.18 | 4.20 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| Total | 96.69 | 97.71 | 96.84 | 97.01 | 97.41 | 97.82 | 97.44 | 97.89 | 96.43 | 97.97 | 97.48 | 98.42 | 97.37 | 97.17 | 97.84 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.024 | 6.035 | 6.010 | 5.991 | 5.974 | 6.017 | 5.982 | 6.012 | 5.986 | 6.020 | 6.038 | 6.036 | 5.989 | 5.970 | 5.954 |
| Al | 1.915 | 1.869 | 1.921 | 1.945 | 1.923 | 1.905 | 1.988 | 1.948 | 1.924 | 1.882 | 1.760 | 1.737 | 1.990 | 2.025 | 1.997 |
| Fe ³ | 0.061 | 0.096 | 0.069 | 0.064 | 0.103 | 0.078 | 0.030 | 0.040 | 0.089 | 0.099 | 0.201 | 0.228 | 0.022 | 0.005 | 0.048 |
| Ti | 0.021 | 0.021 | 0.023 | 0.022 | 0.019 | 0.017 | 0.020 | 0.027 | 0.032 | 0.020 | 0.022 | 0.018 | 0.004 | 0.006 | 0.000 |
| Fe ² | 0.412 | 0.390 | 0.399 | 0.413 | 0.349 | 0.389 | 0.407 | 0.387 | 0.391 | 0.379 | 0.377 | 0.350 | 0.249 | 0.270 | 0.232 |
| Mn | 0.014 | 0.008 | 0.010 | 0.005 | 0.007 | 0.004 | 0.015 | 0.017 | 0.010 | 0.005 | 0.010 | 0.014 | 0.004 | 0.005 | 0.008 |
| Mg | 5.687 | 5.712 | 5.699 | 5.716 | 5.805 | 5.772 | 5.703 | 5.696 | 5.708 | 5.764 | 5.745 | 5.790 | 5.882 | 5.883 | 5.911 |
| Ba | 0.024 | 0.026 | 0.017 | 0.022 | 0.018 | 0.007 | 0.014 | 0.021 | 0.010 | 0.026 | 0.011 | 0.010 | 0.038 | 0.036 | 0.032 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.005 | 0.009 | 0.004 | 0.013 |
| Na | 0.011 | 0.000 | 0.021 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.038 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.017 | 0.045 | 0.010 | 0.062 |
| K | 1.608 | 1.616 | 1.632 | 1.614 | 1.595 | 1.569 | 1.662 | 1.605 | 1.636 | 1.562 | 1.604 | 1.556 | 1.587 | 1.599 | 1.600 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.006 |
| OH | 3.994 | 3.992 | 3.991 | 3.994 | 3.992 | 3.993 | 3.998 | 3.996 | 3.991 | 3.992 | 3.983 | 3.980 | 3.996 | 3.998 | 3.990 |
| Cations | 15.779 | 15.773 | 15.802 | 15.792 | 15.796 | 15.766 | 15.822 | 15.791 | 15.804 | 15.756 | 15.769 | 15.761 | 15.819 | 15.814 | 15.856 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 2a | 2b | 2c |
| Posição | B | BC | C | BC | B | B | BC | C | BC | BC | B | BC | BC | BC | BC |
| SiO ₂ | 40.88 | 40.99 | 40.94 | 40.44 | 41.23 | 40.71 | 41.37 | 41.16 | 41.14 | 40.82 | 41.28 | 41.89 | 41.11 | 40.32 | 41.88 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.04 | 0.10 | 0.05 | 0.07 | 0.12 | 0.04 | 0.11 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.06 |
| Al ₂ O ₃ | 6.67 | 10.93 | 10.77 | 5.90 | 8.14 | 7.52 | 11.05 | 11.05 | 10.94 | 11.06 | 12.10 | 11.61 | 11.47 | 11.47 | 11.37 |
| Fe ₂ O ₃ | 8.09 | 1.72 | 2.17 | 8.86 | 5.81 | 6.69 | 1.89 | 1.67 | 1.72 | 1.79 | 0.96 | 0.75 | | 0.00 | 0.73 |
| FeO | 1.30 | 1.04 | 0.63 | 1.82 | 0.98 | 1.03 | 0.69 | 0.91 | 1.14 | 1.38 | 1.33 | 1.63 | 2.21 | 2.22 | 1.58 |
| MnO | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.08 | 0.01 | 0.06 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.01 |
| MgO | 26.92 | 27.24 | 27.45 | 26.17 | 27.05 | 26.73 | 27.71 | 27.31 | 27.10 | 27.05 | 27.68 | 27.31 | 25.58 | 25.75 | 27.06 |
| Na ₂ O | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.81 | 10.62 | 10.83 | 10.53 | 11.06 | 10.82 | 10.95 | 10.79 | 10.86 | 10.68 | 10.66 | 10.89 | 10.67 | 10.58 | 11.00 |
| BaO | 0.00 | 0.38 | 0.28 | 0.02 | 0.10 | 0.03 | 0.22 | 0.32 | 0.33 | 0.46 | 0.97 | 0.40 | 0.38 | 0.20 | 0.19 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.09 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| H ₂ O | 3.75 | 3.69 | 3.72 | 3.71 | 3.65 | 3.65 | 3.72 | 3.83 | 3.82 | 3.74 | 4.21 | 4.20 | 4.08 | 4.03 | 4.18 |
| F | 0.73 | 0.93 | 0.88 | 0.69 | 1.01 | 0.90 | 0.96 | 0.68 | 0.69 | 0.83 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 |
| Total | 99.19 | 97.61 | 97.80 | 98.27 | 99.15 | 98.36 | 98.69 | 97.92 | 97.89 | 97.91 | 99.34 | 98.75 | 95.63 | 94.65 | 98.08 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.965 | 5.943 | 5.926 | 5.985 | 5.976 | 5.964 | 5.930 | 5.940 | 5.949 | 5.915 | 5.869 | 5.969 | 6.046 | 5.992 | 6.001 |
| Al | 1.147 | 1.869 | 1.838 | 1.028 | 1.390 | 1.298 | 1.866 | 1.879 | 1.864 | 1.889 | 2.028 | 1.950 | 1.988 | 2.008 | 1.920 |
| Fe ³ | 0.888 | 0.188 | 0.236 | 0.987 | 0.634 | 0.737 | 0.204 | 0.181 | 0.188 | 0.196 | 0.103 | 0.081 | 0.000 | 0.000 | 0.079 |
| Ti | 0.000 | 0.004 | 0.011 | 0.005 | 0.007 | 0.013 | 0.004 | 0.012 | 0.009 | 0.008 | 0.006 | 0.005 | 0.007 | 0.003 | 0.007 |
| Fe ² | 0.158 | 0.126 | 0.077 | 0.225 | 0.119 | 0.126 | 0.083 | 0.110 | 0.138 | 0.167 | 0.158 | 0.194 | 0.272 | 0.276 | 0.190 |
| Mn | 0.003 | 0.002 | 0.000 | 0.010 | 0.001 | 0.007 | 0.002 | 0.006 | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.003 | 0.007 | 0.003 | 0.001 |
| Mg | 5.854 | 5.888 | 5.923 | 5.772 | 5.845 | 5.838 | 5.921 | 5.874 | 5.842 | 5.844 | 5.867 | 5.800 | 5.609 | 5.703 | 5.781 |
| Ba | 0.000 | 0.022 | 0.016 | 0.001 | 0.005 | 0.002 | 0.013 | 0.018 | 0.019 | 0.026 | 0.054 | 0.022 | 0.022 | 0.012 | 0.011 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.009 | 0.013 | 0.006 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| Na | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | 0.005 | 0.009 | 0.010 | 0.015 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 2.011 | 1.965 | 2.000 | 1.989 | 2.045 | 2.022 | 2.002 | 1.987 | 2.003 | 1.974 | 1.933 | 1.980 | 2.001 | 2.005 | 2.010 |
| F | 0.335 | 0.426 | 0.402 | 0.321 | 0.461 | 0.418 | 0.435 | 0.312 | 0.313 | 0.379 | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.002 |
| OH | 3.649 | 3.569 | 3.592 | 3.662 | 3.529 | 3.567 | 3.557 | 3.687 | 3.684 | 3.616 | 3.992 | 3.993 | 3.999 | 3.996 | 3.991 |
| Cations | 16.033 | 16.011 | 16.029 | 16.007 | 16.033 | 16.026 | 16.040 | 16.017 | 16.026 | 16.026 | 16.030 | 16.004 | 15.954 | 16.004 | 16.001 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 3 | 4 | 4a | 5 | 1 | 1a | 1b | 2 | 3 | 4 | 5 | 5a | 1 | 1a | 2 |
| Posição | C | BC | BC | B | B | B | B | BC | C | BC | B | B | B | B | C |
| SiO ₂ | 42.22 | 41.65 | 42.17 | 41.63 | 41.30 | 40.52 | 41.20 | 41.74 | 40.95 | 42.37 | 41.33 | 41.61 | 41.94 | 41.85 | 41.91 |
| TiO ₂ | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.14 | 0.09 | 0.14 |
| Al ₂ O ₃ | 11.91 | 11.95 | 11.72 | 11.57 | 11.28 | 11.12 | 11.20 | 11.37 | 11.45 | 11.81 | 11.75 | 11.62 | 11.15 | 11.00 | 11.31 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.43 | 0.29 | 0.47 | 0.64 | 1.56 | 0.24 | 0.14 | 0.23 | 0.61 | 0.45 | 0.33 | 0.48 | 1.09 | 1.46 | 1.33 |
| FeO | 1.95 | 1.86 | 1.69 | 1.87 | 0.76 | 1.87 | 1.96 | 1.86 | 1.49 | 1.58 | 1.97 | 1.79 | 1.72 | 1.40 | 1.44 |
| MnO | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.06 | 0.06 |
| MgO | 27.39 | 27.07 | 27.25 | 26.91 | 27.69 | 25.80 | 26.03 | 26.68 | 26.79 | 27.59 | 26.65 | 26.93 | 26.82 | 27.01 | 27.31 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.82 | 10.88 | 10.88 | 10.65 | 10.75 | 10.51 | 10.65 | 10.64 | 10.38 | 10.82 | 10.54 | 10.82 | 10.94 | 11.13 | 11.04 |
| BaO | 0.36 | 0.25 | 0.55 | 0.48 | 0.20 | 0.04 | 0.16 | 0.12 | 0.28 | 0.39 | 0.82 | 0.33 | 0.48 | 0.55 | 0.31 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.08 | 0.10 | 0.15 | 0.17 | 0.09 | 0.11 | 0.06 | 0.10 | 0.06 | 0.12 | 0.08 | 0.05 |
| H ₂ O | 4.24 | 4.19 | 4.21 | 4.17 | 4.15 | 4.01 | 4.06 | 4.13 | 4.10 | 4.24 | 4.14 | 4.15 | 4.18 | 4.17 | 4.20 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.00 | 0.04 | 0.00 |
| Total | 99.42 | 98.26 | 99.06 | 98.13 | 97.97 | 94.40 | 95.70 | 96.94 | 96.29 | 99.36 | 97.76 | 97.89 | 98.61 | 98.83 | 99.10 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.970 | 5.956 | 5.989 | 5.974 | 5.925 | 6.025 | 6.047 | 6.036 | 5.968 | 5.986 | 5.965 | 5.980 | 6.002 | 5.987 | 5.961 |
| Al | 1.985 | 2.013 | 1.961 | 1.957 | 1.907 | 1.948 | 1.938 | 1.938 | 1.966 | 1.967 | 1.999 | 1.968 | 1.881 | 1.855 | 1.896 |
| Fe ³ | 0.046 | 0.031 | 0.050 | 0.070 | 0.169 | 0.027 | 0.015 | 0.025 | 0.066 | 0.048 | 0.036 | 0.052 | 0.118 | 0.157 | 0.143 |
| Ti | 0.005 | 0.008 | 0.008 | 0.010 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.002 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.015 | 0.010 | 0.015 |
| Fe ² | 0.230 | 0.223 | 0.200 | 0.224 | 0.092 | 0.233 | 0.241 | 0.225 | 0.182 | 0.187 | 0.238 | 0.215 | 0.206 | 0.167 | 0.171 |
| Mn | 0.008 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.007 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.003 | 0.007 | 0.008 |
| Mg | 5.773 | 5.771 | 5.770 | 5.756 | 5.921 | 5.720 | 5.696 | 5.751 | 5.820 | 5.810 | 5.735 | 5.769 | 5.722 | 5.762 | 5.790 |
| Ba | 0.020 | 0.014 | 0.030 | 0.027 | 0.011 | 0.002 | 0.009 | 0.007 | 0.016 | 0.021 | 0.046 | 0.019 | 0.027 | 0.031 | 0.017 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.002 | 0.005 | 0.003 | 0.012 | 0.015 | 0.023 | 0.027 | 0.014 | 0.017 | 0.009 | 0.016 | 0.009 | 0.018 | 0.012 | 0.008 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.951 | 1.986 | 1.971 | 1.950 | 1.968 | 1.994 | 1.994 | 1.963 | 1.930 | 1.949 | 1.940 | 1.983 | 1.997 | 2.031 | 2.003 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.004 | 0.011 | 0.018 | 0.023 | 0.013 | 0.009 | 0.004 | 0.008 | 0.015 | 0.000 | 0.010 | 0.000 |
| OH | 3.996 | 3.998 | 3.992 | 3.989 | 3.974 | 3.978 | 3.973 | 3.983 | 3.984 | 3.991 | 3.989 | 3.979 | 3.990 | 3.976 | 3.988 |
| Cations | 15.988 | 16.007 | 15.986 | 15.981 | 16.022 | 15.980 | 15.971 | 15.963 | 15.977 | 15.980 | 15.985 | 15.999 | 15.988 | 16.019 | 16.012 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Ponto | 3 | 1 | 2 | 3 | 3a | 1 | 1a | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 1a |
| Posição | B | B | C | B | B | B | B | C | C | BC | C | BC | B | B | B |
| SiO ₂ | 42.16 | 40.71 | 40.28 | 41.17 | 41.56 | 40.32 | 39.68 | 40.03 | 41.06 | 41.27 | 41.98 | 42.41 | 40.96 | 41.08 | 41.66 |
| TiO ₂ | 0.12 | 0.10 | 0.16 | 0.08 | 0.08 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.08 | 0.30 | 0.28 | 0.21 | 0.12 | 0.22 | 0.17 |
| Al ₂ O ₃ | 11.21 | 12.21 | 12.34 | 11.83 | 11.81 | 11.79 | 11.85 | 11.67 | 11.14 | 6.97 | 8.83 | 8.99 | 0.76 | 6.97 | 7.71 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.10 | 0.40 | 0.79 | 0.43 | 0.81 | 0.04 | | 0.23 | 1.25 | 7.34 | 4.19 | 4.26 | 16.11 | 6.99 | 6.04 |
| FeO | 1.65 | 2.09 | 1.75 | 2.03 | 1.61 | 1.96 | 1.99 | 1.84 | 1.67 | 2.69 | 2.45 | 2.08 | 3.15 | 2.05 | 2.33 |
| MnO | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.00 | 0.02 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.13 | 0.06 | 0.07 |
| MgO | 27.12 | 26.79 | 26.86 | 26.61 | 27.26 | 26.09 | 25.66 | 26.04 | 26.65 | 25.98 | 26.27 | 27.01 | 25.39 | 26.12 | 26.29 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.90 | 10.47 | 10.83 | 10.84 | 10.86 | 10.32 | 10.17 | 10.13 | 10.81 | 10.68 | 10.79 | 10.76 | 10.54 | 10.74 | 10.88 |
| BaO | 0.48 | 0.72 | 1.09 | 0.58 | 0.72 | 0.80 | 0.91 | 0.97 | 0.43 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.04 | 0.11 | 0.06 | 0.09 | 0.06 | 0.10 | 0.13 | 0.12 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 |
| H ₂ O | 4.20 | 4.13 | 4.14 | 4.15 | 4.19 | 4.07 | 4.01 | 4.03 | 4.12 | 4.04 | 4.11 | 4.17 | 3.89 | 4.02 | 4.08 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.02 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.05 |
| Total | 99.04 | 97.81 | 98.35 | 97.82 | 98.99 | 95.59 | 94.50 | 95.21 | 97.33 | 99.44 | 99.06 | 99.93 | 101.06 | 98.25 | 99.40 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.001 | 5.879 | 5.815 | 5.941 | 5.927 | 5.946 | 5.926 | 5.934 | 5.959 | 6.002 | 6.046 | 6.036 | 6.070 | 6.024 | 6.028 |
| Al | 1.881 | 2.078 | 2.099 | 2.013 | 1.986 | 2.049 | 2.086 | 2.039 | 1.905 | 1.195 | 1.499 | 1.508 | 0.133 | 1.205 | 1.315 |
| Fe ³ | 0.118 | 0.043 | 0.086 | 0.046 | 0.087 | 0.004 | 0.000 | 0.026 | 0.136 | 0.803 | 0.454 | 0.457 | 1.797 | 0.771 | 0.657 |
| Ti | 0.013 | 0.010 | 0.017 | 0.009 | 0.008 | 0.003 | 0.006 | 0.009 | 0.009 | 0.033 | 0.030 | 0.022 | 0.013 | 0.024 | 0.019 |
| Fe ² | 0.196 | 0.252 | 0.212 | 0.245 | 0.192 | 0.241 | 0.249 | 0.228 | 0.203 | 0.328 | 0.295 | 0.248 | 0.390 | 0.251 | 0.281 |
| Mn | 0.007 | 0.002 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.010 | 0.000 | 0.002 | 0.007 | 0.009 | 0.006 | 0.003 | 0.017 | 0.008 | 0.008 |
| Mg | 5.754 | 5.767 | 5.779 | 5.724 | 5.795 | 5.737 | 5.714 | 5.755 | 5.766 | 5.631 | 5.639 | 5.729 | 5.610 | 5.709 | 5.672 |
| Ba | 0.027 | 0.041 | 0.062 | 0.033 | 0.040 | 0.046 | 0.053 | 0.056 | 0.024 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.006 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.005 | 0.017 | 0.009 | 0.014 | 0.009 | 0.015 | 0.021 | 0.019 | 0.008 | 0.008 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.005 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.980 | 1.929 | 1.994 | 1.996 | 1.976 | 1.942 | 1.938 | 1.915 | 2.001 | 1.982 | 1.982 | 1.953 | 1.993 | 2.009 | 2.009 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.005 | 0.021 | 0.008 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.006 | 0.016 | 0.004 | 0.009 | 0.009 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.011 |
| OH | 3.984 | 3.974 | 3.984 | 3.996 | 3.985 | 3.999 | 3.994 | 3.980 | 3.984 | 3.923 | 3.952 | 3.961 | 3.849 | 3.932 | 3.933 |
| Cations | 15.982 | 16.017 | 16.076 | 16.021 | 16.020 | 15.995 | 15.993 | 15.984 | 16.018 | 15.991 | 15.957 | 15.956 | 16.024 | 16.001 | 16.000 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 4a | 5 | 5a | 1 | 1a | 2 | 2a | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Posição | C | C | C | C | B | B | B | B | BC1 | BC1 | BC | C | BC | BC1 | B |
| SiO ₂ | 41.66 | 41.25 | 41.30 | 41.84 | 41.39 | 41.70 | 41.95 | 41.50 | 41.18 | 40.99 | 41.56 | 42.26 | 41.84 | 41.50 | 41.95 |
| TiO ₂ | 0.15 | 0.08 | 0.12 | 0.19 | 0.24 | 0.28 | 0.22 | 0.11 | 0.18 | 0.17 | 0.35 | 0.08 | 0.31 | 0.11 | 0.10 |
| Al ₂ O ₃ | 11.90 | 12.96 | 10.30 | 12.18 | 7.69 | 8.43 | 7.60 | 7.29 | 8.64 | 7.75 | 10.88 | 10.72 | 11.15 | 6.49 | 5.89 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.68 | 0.26 | 2.36 | 0.28 | 5.43 | 4.69 | 5.39 | 6.41 | 4.17 | 5.64 | 1.46 | 1.86 | 1.82 | 7.36 | 9.01 |
| FeO | 2.13 | 2.21 | 2.49 | 2.28 | 2.51 | 2.61 | 1.91 | 1.68 | 2.21 | 1.74 | 2.55 | 2.29 | 1.67 | 2.21 | 1.98 |
| MnO | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 0.10 | 0.04 | 0.07 | 0.10 |
| MgO | 27.13 | 27.66 | 26.19 | 27.15 | 25.63 | 25.98 | 26.07 | 26.52 | 25.81 | 26.23 | 26.16 | 26.92 | 27.30 | 26.07 | 26.89 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.80 | 10.58 | 10.63 | 10.60 | 10.79 | 10.73 | 10.95 | 10.77 | 10.98 | 10.36 | 10.65 | 10.90 | 10.90 | 10.81 | 10.67 |
| BaO | 0.25 | 0.78 | 0.86 | 0.45 | 0.00 | 0.05 | 0.14 | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.20 | 0.22 | 0.11 | 0.00 | 0.05 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.20 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.09 |
| H ₂ O | 4.21 | 4.24 | 4.11 | 4.22 | 4.03 | 4.08 | 4.07 | 4.05 | 4.05 | 4.01 | 4.15 | 4.20 | 4.20 | 4.03 | 4.09 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.00 |
| Total | 98.91 | 100.07 | 98.41 | 99.19 | 97.84 | 98.65 | 98.37 | 98.53 | 97.31 | 97.19 | 98.06 | 99.58 | 99.37 | 98.68 | 100.82 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.931 | 5.819 | 5.984 | 5.934 | 6.072 | 6.047 | 6.106 | 6.045 | 6.044 | 6.031 | 5.992 | 6.006 | 5.940 | 6.071 | 6.028 |
| Al | 1.996 | 2.154 | 1.759 | 2.036 | 1.330 | 1.441 | 1.303 | 1.252 | 1.495 | 1.344 | 1.849 | 1.795 | 1.865 | 1.119 | 0.997 |
| Fe ³ | 0.073 | 0.028 | 0.257 | 0.030 | 0.599 | 0.512 | 0.591 | 0.703 | 0.461 | 0.625 | 0.159 | 0.199 | 0.195 | 0.811 | 0.974 |
| Ti | 0.016 | 0.008 | 0.013 | 0.020 | 0.027 | 0.031 | 0.024 | 0.012 | 0.020 | 0.018 | 0.037 | 0.008 | 0.033 | 0.012 | 0.010 |
| Fe ² | 0.254 | 0.260 | 0.302 | 0.271 | 0.308 | 0.316 | 0.233 | 0.204 | 0.271 | 0.215 | 0.307 | 0.273 | 0.198 | 0.270 | 0.239 |
| Mn | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 0.000 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.011 | 0.006 | 0.003 | 0.006 | 0.012 | 0.005 | 0.009 | 0.012 |
| Mg | 5.757 | 5.816 | 5.656 | 5.740 | 5.604 | 5.615 | 5.657 | 5.759 | 5.649 | 5.752 | 5.622 | 5.703 | 5.777 | 5.684 | 5.761 |
| Ba | 0.014 | 0.043 | 0.049 | 0.025 | 0.000 | 0.003 | 0.008 | 0.004 | 0.002 | 0.001 | 0.011 | 0.012 | 0.006 | 0.000 | 0.003 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.003 | 0.032 | 0.010 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.014 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.961 | 1.903 | 1.966 | 1.917 | 2.020 | 1.984 | 2.034 | 2.001 | 2.055 | 1.945 | 1.959 | 1.976 | 1.975 | 2.018 | 1.956 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.007 | 0.003 | 0.002 | 0.005 | 0.006 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.006 | 0.008 | 0.003 | 0.000 |
| OH | 3.994 | 3.991 | 3.975 | 3.994 | 3.944 | 3.950 | 3.950 | 3.937 | 3.961 | 3.937 | 3.986 | 3.977 | 3.974 | 3.928 | 3.918 |
| Cations | 16.003 | 16.036 | 15.989 | 15.973 | 15.973 | 15.960 | 15.965 | 15.995 | 16.005 | 15.965 | 15.953 | 15.986 | 15.993 | 15.996 | 15.994 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 219 | 219 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3a | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 |
| Posição | B | BC | BC | C | BC | B | B | C | B | C | B | B | C | B | C |
| SiO ₂ | 42.45 | 40.00 | 41.84 | 42.38 | 41.83 | 41.47 | 40.50 | 40.41 | 40.24 | 39.78 | 38.75 | 40.02 | 39.61 | 40.17 | 41.49 |
| TiO ₂ | 0.21 | 0.25 | 0.11 | 0.26 | 0.23 | 0.14 | 0.09 | 0.10 | 0.12 | 0.10 | 0.13 | 0.07 | 0.11 | 0.19 | 0.22 |
| Al ₂ O ₃ | 7.58 | 10.14 | 10.33 | 10.38 | 11.18 | 6.35 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.00 | 0.23 | 0.06 | 0.09 | 5.18 | 9.20 |
| Fe ₂ O ₃ | 6.41 | 3.41 | 2.29 | 1.97 | 1.53 | 7.87 | 16.83 | 16.44 | 16.83 | 16.56 | 16.24 | 16.80 | 16.94 | 9.41 | 3.67 |
| FeO | 2.89 | 1.21 | 2.20 | 2.82 | 2.24 | 2.14 | 2.73 | 3.32 | 2.85 | 3.30 | 2.50 | 3.04 | 2.77 | 2.70 | 3.14 |
| MnO | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.11 | 0.11 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.12 | 0.13 | 0.05 | 0.14 | 0.11 |
| MgO | 26.57 | 25.60 | 26.61 | 26.36 | 26.79 | 26.17 | 25.38 | 24.66 | 25.03 | 24.45 | 23.69 | 24.70 | 24.84 | 25.20 | 25.70 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| K ₂ O | 10.64 | 10.63 | 10.87 | 10.78 | 11.04 | 10.34 | 10.05 | 10.17 | 9.94 | 9.94 | 9.78 | 10.23 | 10.35 | 10.22 | 10.59 |
| BaO | 0.01 | 0.31 | 0.36 | 0.07 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.11 | 0.12 | 0.17 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.06 | 1.65 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.39 | 0.05 | 0.13 | 0.33 | 0.15 | 1.18 | 0.27 | 0.12 | 0.10 | 0.00 |
| H ₂ O | 4.15 | 4.05 | 4.16 | 4.19 | 4.20 | 4.02 | 3.82 | 3.80 | 3.79 | 3.75 | 3.68 | 3.79 | 3.76 | 3.91 | 4.09 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.05 | 0.00 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.06 | 0.01 | 0.01 |
| Total | 101.03 | 97.31 | 98.85 | 99.24 | 99.32 | 99.04 | 99.66 | 99.11 | 99.32 | 98.15 | 96.32 | 99.25 | 98.79 | 97.34 | 98.46 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.042 | 5.869 | 6.006 | 6.044 | 5.959 | 6.046 | 6.087 | 6.120 | 6.078 | 6.092 | 6.050 | 6.071 | 6.040 | 6.023 | 6.025 |
| Al | 1.271 | 1.754 | 1.748 | 1.744 | 1.877 | 1.091 | 0.008 | 0.007 | 0.010 | 0.000 | 0.042 | 0.011 | 0.017 | 0.916 | 1.574 |
| Fe ³ | 0.687 | 0.377 | 0.247 | 0.211 | 0.164 | 0.863 | 1.904 | 1.874 | 1.913 | 1.908 | 1.908 | 1.918 | 1.943 | 1.061 | 0.401 |
| Ti | 0.022 | 0.027 | 0.012 | 0.027 | 0.024 | 0.015 | 0.010 | 0.011 | 0.013 | 0.012 | 0.015 | 0.008 | 0.013 | 0.022 | 0.024 |
| Fe ² | 0.344 | 0.149 | 0.264 | 0.336 | 0.267 | 0.261 | 0.344 | 0.420 | 0.361 | 0.423 | 0.326 | 0.385 | 0.354 | 0.338 | 0.382 |
| Mn | 0.005 | 0.006 | 0.009 | 0.006 | 0.003 | 0.013 | 0.014 | 0.007 | 0.009 | 0.012 | 0.015 | 0.016 | 0.006 | 0.018 | 0.014 |
| Mg | 5.638 | 5.600 | 5.694 | 5.605 | 5.690 | 5.688 | 5.688 | 5.567 | 5.635 | 5.582 | 5.514 | 5.586 | 5.646 | 5.634 | 5.563 |
| Ba | 0.001 | 0.018 | 0.020 | 0.004 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.010 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.009 | 0.260 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.061 | 0.009 | 0.020 | 0.053 | 0.024 | 0.197 | 0.043 | 0.019 | 0.016 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.015 |
| K | 1.932 | 1.989 | 1.991 | 1.961 | 2.007 | 1.924 | 1.927 | 1.965 | 1.915 | 1.942 | 1.947 | 1.979 | 2.012 | 1.956 | 1.962 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.014 | 0.013 | 0.000 | 0.015 | 0.011 | 0.010 | 0.000 | 0.014 | 0.003 | 0.003 |
| OH | 3.940 | 3.967 | 3.979 | 3.982 | 3.986 | 3.912 | 3.826 | 3.843 | 3.822 | 3.828 | 3.829 | 3.839 | 3.820 | 3.908 | 3.962 |
| Cations | 15.952 | 16.048 | 15.991 | 15.940 | 16.006 | 15.961 | 15.991 | 15.991 | 15.986 | 15.994 | 16.014 | 16.027 | 16.056 | 15.990 | 15.969 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Posição | C | BC | B | B | BC1 | BC2 | BC | C | BC | BC2 | BC1 | B | C | B | B | C |
| SiO ₂ | 41.04 | 40.90 | 40.62 | 40.21 | 41.29 | 41.22 | 41.25 | 41.07 | 41.03 | 42.04 | 40.83 | 40.61 | 40.12 | 40.69 | 39.95 | 40.61 |
| TiO ₂ | 0.25 | 0.44 | 0.18 | 0.21 | 0.26 | 0.38 | 0.36 | 0.37 | 0.38 | 0.18 | 0.26 | 0.19 | 0.37 | 0.43 | 0.44 | 0.30 |
| Al ₂ O ₃ | 9.26 | 9.41 | 4.12 | 2.07 | 8.06 | 9.78 | 9.08 | 9.06 | 9.12 | 9.17 | 7.72 | 6.51 | 9.27 | 10.23 | 10.04 | 9.01 |
| Fe ₂ O ₃ | 3.99 | 4.31 | 10.88 | 14.08 | 5.38 | 3.27 | 4.40 | 4.11 | 4.41 | 3.50 | 5.83 | 7.61 | 4.22 | 3.53 | 3.28 | 4.28 |
| FeO | 2.52 | 3.26 | 2.81 | 2.68 | 2.68 | 3.07 | 2.76 | 3.08 | 2.84 | 3.00 | 2.51 | 2.92 | 2.87 | 3.10 | 3.01 | 2.89 |
| MnO | 0.09 | 0.16 | 0.10 | 0.12 | 0.19 | 0.10 | 0.10 | 0.13 | 0.11 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.07 | 0.10 | 0.12 | 0.13 |
| MgO | 26.06 | 25.72 | 25.30 | 25.20 | 25.88 | 25.69 | 25.93 | 25.54 | 25.71 | 25.99 | 25.78 | 25.25 | 25.37 | 26.01 | 25.19 | 25.50 |
| Na ₂ O | 0.16 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.10 | 0.16 | 0.25 | 0.15 | 0.11 | 0.22 | 0.27 | 0.23 | 0.15 | 0.11 |
| K ₂ O | 10.32 | 10.35 | 10.30 | 10.16 | 10.42 | 10.65 | 10.50 | 10.29 | 10.52 | 10.47 | 10.21 | 10.29 | 10.24 | 10.13 | 10.62 | 10.42 |
| BaO | 0.23 | 0.37 | 0.17 | 0.11 | 0.02 | 0.23 | 0.55 | 0.31 | 0.43 | 0.00 | 0.03 | 0.18 | 0.32 | 0.67 | 0.44 | 0.35 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.05 | 0.03 | 0.07 | 0.14 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.14 | 0.07 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| H ₂ O | 4.08 | 4.09 | 3.92 | 3.85 | 4.06 | 4.11 | 4.09 | 4.07 | 4.08 | 4.13 | 4.02 | 3.97 | 4.02 | 4.11 | 4.03 | 4.04 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.00 |
| Total | 98.07 | 99.14 | 98.48 | 98.81 | 98.29 | 98.58 | 99.16 | 98.21 | 98.91 | 98.74 | 97.41 | 98.02 | 97.28 | 99.24 | 97.30 | 97.63 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.974 | 5.924 | 6.055 | 6.042 | 6.024 | 5.974 | 5.972 | 5.990 | 5.958 | 6.061 | 6.014 | 6.015 | 5.919 | 5.875 | 5.891 | 5.967 |
| Al | 1.589 | 1.606 | 0.724 | 0.366 | 1.385 | 1.670 | 1.549 | 1.558 | 1.560 | 1.559 | 1.340 | 1.137 | 1.612 | 1.740 | 1.745 | 1.560 |
| Fe ³ | 0.437 | 0.470 | 1.221 | 1.592 | 0.591 | 0.356 | 0.479 | 0.452 | 0.482 | 0.380 | 0.646 | 0.849 | 0.469 | 0.384 | 0.364 | 0.473 |
| Ti | 0.028 | 0.048 | 0.020 | 0.023 | 0.029 | 0.041 | 0.039 | 0.040 | 0.041 | 0.020 | 0.029 | 0.022 | 0.041 | 0.046 | 0.048 | 0.033 |
| Fe ² | 0.307 | 0.395 | 0.350 | 0.337 | 0.327 | 0.372 | 0.335 | 0.375 | 0.345 | 0.362 | 0.310 | 0.361 | 0.354 | 0.374 | 0.372 | 0.355 |
| Mn | 0.011 | 0.019 | 0.013 | 0.015 | 0.024 | 0.012 | 0.012 | 0.016 | 0.013 | 0.009 | 0.011 | 0.012 | 0.009 | 0.012 | 0.015 | 0.016 |
| Mg | 5.655 | 5.555 | 5.621 | 5.646 | 5.629 | 5.551 | 5.595 | 5.554 | 5.566 | 5.586 | 5.661 | 5.576 | 5.581 | 5.598 | 5.537 | 5.586 |
| Ba | 0.013 | 0.021 | 0.010 | 0.006 | 0.001 | 0.013 | 0.031 | 0.018 | 0.024 | 0.000 | 0.001 | 0.011 | 0.018 | 0.038 | 0.025 | 0.020 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.008 | 0.005 | 0.011 | 0.022 | 0.004 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.004 | 0.022 | 0.010 | 0.000 | 0.005 | 0.000 |
| Na | 0.045 | 0.021 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.021 | 0.027 | 0.046 | 0.069 | 0.041 | 0.031 | 0.063 | 0.077 | 0.063 | 0.042 | 0.030 |
| K | 1.917 | 1.913 | 1.958 | 1.947 | 1.939 | 1.970 | 1.939 | 1.915 | 1.949 | 1.925 | 1.919 | 1.944 | 1.928 | 1.865 | 1.997 | 1.954 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.004 | 0.007 | 0.004 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.005 | 0.007 | 0.001 | 0.000 | 0.006 | 0.007 | 0.006 | 0.001 | 0.000 |
| OH | 3.958 | 3.953 | 3.894 | 3.863 | 3.951 | 3.970 | 3.950 | 3.957 | 3.952 | 3.967 | 3.946 | 3.922 | 3.953 | 3.962 | 3.968 | 3.960 |
| Cations | 15.985 | 15.977 | 15.984 | 15.996 | 15.954 | 15.983 | 15.979 | 15.964 | 16.010 | 15.949 | 15.966 | 16.011 | 16.022 | 15.997 | 16.041 | 15.995 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 219 | 219 | 219 | 219 | 219 | 476.6 | 476.6 | 476.6 | 476.6 | 476.6 | 476.6 | 476.6 | 476.6 | ASL017 | ASL017 | ASL017 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 1a | 2 |
| Posição | C | B | B | C | B | BC | BC | BC | BC | C | BC | BC | B | B | B | C |
| SiO ₂ | 40.29 | 40.97 | 40.34 | 39.48 | 40.25 | 39.68 | 40.00 | 40.17 | 39.79 | 40.66 | 40.34 | 39.81 | 39.22 | 40.79 | 40.29 | 40.72 |
| TiO ₂ | 0.37 | 0.28 | 0.34 | 0.42 | 0.34 | 0.24 | 0.20 | 0.14 | 0.15 | 0.35 | 0.30 | 0.48 | 0.18 | 0.05 | 0.06 | 0.04 |
| Al ₂ O ₃ | 10.45 | 9.38 | 9.06 | 9.08 | 9.52 | 2.02 | 3.67 | 5.74 | 4.89 | 8.28 | 8.32 | 9.26 | 2.23 | 0.06 | 0.03 | 0.10 |
| Fe ₂ O ₃ | 2.54 | 3.55 | 4.15 | 4.36 | 3.45 | 14.38 | 11.88 | 9.42 | 10.42 | 5.20 | 5.10 | 4.44 | 14.89 | 17.21 | 17.45 | 17.08 |
| FeO | 2.99 | 2.71 | 2.77 | 3.16 | 2.86 | 2.76 | 2.96 | 2.13 | 2.54 | 2.41 | 2.24 | 3.57 | 2.41 | 1.67 | 1.65 | 2.12 |
| MnO | 0.13 | 0.13 | 0.10 | 0.13 | 0.14 | 0.11 | 0.06 | 0.05 | 0.12 | 0.08 | 0.05 | 0.09 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.06 |
| MgO | 25.46 | 25.65 | 25.36 | 24.96 | 25.21 | 24.74 | 24.92 | 25.93 | 25.35 | 25.51 | 25.60 | 24.86 | 25.21 | 26.30 | 26.14 | 25.90 |
| Na ₂ O | 0.02 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.17 | 0.20 | 0.22 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.17 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.42 | 10.43 | 10.33 | 10.06 | 10.18 | 9.92 | 10.07 | 10.26 | 10.11 | 10.44 | 10.18 | 10.33 | 10.05 | 10.42 | 10.40 | 10.53 |
| BaO | 0.74 | 0.41 | 0.41 | 0.43 | 0.57 | 0.01 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.21 | 0.28 | 0.29 | 0.16 | 0.00 | 0.15 | 0.09 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| CaO | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.17 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.15 | 0.04 | 0.02 | 0.05 |
| H ₂ O | 4.06 | 4.06 | 4.02 | 3.96 | 4.01 | 3.83 | 3.84 | 3.76 | 3.81 | 3.78 | 3.74 | 3.78 | 3.77 | 3.86 | 3.84 | 3.85 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 0.22 | 0.27 | 0.58 | 0.36 | 0.60 | 0.63 | 0.55 | 0.39 | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.04 |
| Total | 97.50 | 97.75 | 97.04 | 96.12 | 96.81 | 98.28 | 98.14 | 98.52 | 97.78 | 97.75 | 97.01 | 97.62 | 98.94 | 100.50 | 100.13 | 100.57 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.912 | 5.992 | 5.961 | 5.908 | 5.956 | 6.003 | 6.007 | 5.949 | 5.962 | 5.987 | 5.977 | 5.891 | 5.915 | 6.065 | 6.030 | 6.067 |
| Al | 1.808 | 1.617 | 1.577 | 1.602 | 1.660 | 0.360 | 0.650 | 1.001 | 0.863 | 1.437 | 1.454 | 1.615 | 0.395 | 0.010 | 0.005 | 0.018 |
| Fe ³ | 0.281 | 0.391 | 0.462 | 0.491 | 0.384 | 1.637 | 1.342 | 1.050 | 1.175 | 0.576 | 0.569 | 0.494 | 1.689 | 1.925 | 1.965 | 1.915 |
| Ti | 0.041 | 0.031 | 0.038 | 0.047 | 0.038 | 0.027 | 0.023 | 0.015 | 0.016 | 0.039 | 0.034 | 0.053 | 0.021 | 0.006 | 0.007 | 0.004 |
| Fe ² | 0.367 | 0.331 | 0.342 | 0.396 | 0.354 | 0.349 | 0.372 | 0.264 | 0.318 | 0.297 | 0.277 | 0.441 | 0.304 | 0.207 | 0.206 | 0.264 |
| Mn | 0.016 | 0.016 | 0.012 | 0.017 | 0.018 | 0.014 | 0.007 | 0.006 | 0.016 | 0.009 | 0.006 | 0.011 | 0.005 | 0.007 | 0.011 | 0.008 |
| Mg | 5.569 | 5.593 | 5.587 | 5.566 | 5.561 | 5.581 | 5.580 | 5.724 | 5.663 | 5.600 | 5.654 | 5.484 | 5.668 | 5.829 | 5.832 | 5.753 |
| Ba | 0.042 | 0.024 | 0.024 | 0.025 | 0.033 | 0.001 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.012 | 0.016 | 0.017 | 0.009 | 0.000 | 0.009 | 0.005 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Ca | 0.003 | 0.001 | 0.004 | 0.004 | 0.011 | 0.028 | 0.007 | 0.004 | 0.003 | 0.009 | 0.003 | 0.001 | 0.025 | 0.006 | 0.004 | 0.008 |
| Na | 0.006 | 0.042 | 0.042 | 0.009 | 0.048 | 0.058 | 0.065 | 0.053 | 0.056 | 0.053 | 0.055 | 0.047 | 0.067 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.950 | 1.946 | 1.948 | 1.921 | 1.921 | 1.915 | 1.929 | 1.938 | 1.933 | 1.960 | 1.925 | 1.950 | 1.934 | 1.976 | 1.985 | 2.001 |
| F | | | | | | 0.106 | 0.129 | 0.273 | 0.172 | 0.279 | 0.294 | 0.258 | 0.184 | | | |
| Cl | 0.005 | 0.009 | 0.001 | 0.003 | 0.008 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.012 | 0.005 | 0.010 |
| OH | 3.971 | 3.958 | 3.961 | 3.955 | 3.960 | 3.865 | 3.847 | 3.714 | 3.808 | 3.713 | 3.697 | 3.731 | 3.792 | 3.825 | 3.829 | 3.828 |
| Cations | 15.994 | 15.983 | 15.996 | 15.985 | 15.985 | 15.972 | 15.982 | 16.013 | 16.005 | 15.979 | 15.971 | 16.006 | 16.033 | 16.032 | 16.054 | 16.044 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 2a | 3 | 3a | 3b | 3c | 4 | 4a | 1 | 1a | 2 | 2a | 2b | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Posição | C | C | C | C | C | B | B | B | B | B | B | B | BC | C | C | BC |
| SiO ₂ | 40.55 | 40.69 | 39.85 | 39.52 | 40.43 | 40.55 | 40.73 | 40.28 | 40.22 | 40.00 | 39.69 | 39.79 | 40.43 | 40.66 | 40.44 | 40.42 |
| TiO ₂ | 0.11 | 0.08 | 0.12 | 0.03 | 0.06 | 0.07 | 0.11 | 0.10 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | 0.08 | 0.11 | 0.06 | 0.07 | 0.08 |
| Al ₂ O ₃ | 0.36 | 0.16 | 1.12 | 0.28 | 0.21 | 0.87 | 1.24 | 0.17 | 0.04 | 0.37 | 0.21 | 0.15 | 1.92 | 1.77 | 2.55 | 1.87 |
| Fe ₂ O ₃ | 16.92 | 16.59 | 15.85 | 16.77 | 16.95 | 16.00 | 15.90 | 16.90 | 16.77 | 17.03 | 16.66 | 16.99 | 14.02 | 14.26 | 13.67 | 13.90 |
| FeO | 2.31 | 2.31 | 1.64 | 1.95 | 2.36 | 2.25 | 2.11 | 2.45 | 2.08 | 2.11 | 2.21 | 1.93 | 2.27 | 2.15 | 2.15 | 2.60 |
| MnO | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.03 | 0.06 | 0.11 | 0.05 | 0.01 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.09 |
| MgO | 25.84 | 25.53 | 25.93 | 25.45 | 25.66 | 25.90 | 26.29 | 25.44 | 25.44 | 25.89 | 25.34 | 25.67 | 25.40 | 25.74 | 26.07 | 25.21 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.42 | 10.41 | 10.47 | 10.43 | 10.50 | 10.22 | 10.28 | 10.41 | 10.33 | 10.22 | 10.18 | 10.25 | 10.58 | 10.46 | 10.34 | 10.33 |
| BaO | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.07 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.03 | 0.06 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 0.07 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.01 |
| H ₂ O | 3.86 | 3.84 | 3.82 | 3.77 | 3.83 | 3.87 | 3.91 | 3.83 | 3.80 | 3.82 | 3.77 | 3.79 | 3.85 | 3.86 | 3.90 | 3.85 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 100.56 | 99.75 | 98.88 | 98.32 | 100.14 | 99.87 | 100.79 | 99.75 | 98.95 | 99.64 | 98.21 | 98.71 | 98.76 | 99.02 | 99.20 | 98.39 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.040 | 6.100 | 6.005 | 6.026 | 6.054 | 6.050 | 6.016 | 6.058 | 6.085 | 6.010 | 6.051 | 6.035 | 6.074 | 6.083 | 6.022 | 6.092 |
| Al | 0.063 | 0.028 | 0.198 | 0.050 | 0.036 | 0.153 | 0.216 | 0.030 | 0.006 | 0.065 | 0.038 | 0.026 | 0.341 | 0.312 | 0.447 | 0.331 |
| Fe ³ | 1.897 | 1.871 | 1.797 | 1.924 | 1.910 | 1.796 | 1.768 | 1.913 | 1.909 | 1.925 | 1.912 | 1.939 | 1.585 | 1.605 | 1.531 | 1.577 |
| Ti | 0.012 | 0.009 | 0.013 | 0.004 | 0.007 | 0.008 | 0.012 | 0.012 | 0.010 | 0.011 | 0.011 | 0.009 | 0.013 | 0.007 | 0.007 | 0.009 |
| Fe ² | 0.288 | 0.289 | 0.207 | 0.249 | 0.296 | 0.281 | 0.261 | 0.308 | 0.263 | 0.266 | 0.282 | 0.244 | 0.285 | 0.269 | 0.267 | 0.327 |
| Mn | 0.014 | 0.012 | 0.009 | 0.009 | 0.010 | 0.010 | 0.003 | 0.008 | 0.014 | 0.006 | 0.001 | 0.007 | 0.005 | 0.002 | 0.003 | 0.012 |
| Mg | 5.738 | 5.705 | 5.826 | 5.784 | 5.729 | 5.762 | 5.790 | 5.704 | 5.738 | 5.798 | 5.759 | 5.803 | 5.690 | 5.741 | 5.787 | 5.665 |
| Ba | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.004 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.005 | 0.010 | 0.000 | 0.004 | 0.003 | 0.009 | 0.011 | 0.005 | 0.003 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.006 | 0.003 | 0.000 | 0.002 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.980 | 1.992 | 2.013 | 2.029 | 2.005 | 1.945 | 1.937 | 1.998 | 1.995 | 1.960 | 1.980 | 1.983 | 2.028 | 1.996 | 1.963 | 1.987 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.008 | 0.000 | 0.007 | 0.006 | 0.011 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.007 | 0.007 | 0.005 | 0.006 | 0.003 | 0.008 | 0.000 | 0.000 |
| OH | 3.832 | 3.842 | 3.841 | 3.831 | 3.828 | 3.849 | 3.849 | 3.839 | 3.832 | 3.830 | 3.834 | 3.830 | 3.863 | 3.855 | 3.871 | 3.867 |
| Cations | 16.038 | 16.016 | 16.068 | 16.079 | 16.050 | 16.015 | 16.023 | 16.039 | 16.026 | 16.045 | 16.035 | 16.047 | 16.031 | 16.018 | 16.028 | 16.005 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| Ponto | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 | 2a | 3 | 3a | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| Posição | BC | B | B | B | C | C | B | B | B | BC | C | BC | B | B | BC | C |
| SiO ₂ | 39.86 | 40.29 | 40.59 | 40.74 | 42.02 | 41.81 | 39.57 | 39.88 | 40.30 | 41.15 | 41.11 | 40.31 | 40.21 | 40.71 | 40.50 | 40.60 |
| TiO ₂ | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.12 | 0.09 | 0.12 | 0.03 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.07 | 0.02 | 0.11 | 0.06 | 0.05 | 0.04 |
| Al ₂ O ₃ | 1.77 | 1.99 | 2.57 | 5.83 | 6.52 | 7.06 | 1.49 | 1.55 | 0.28 | 3.00 | 5.11 | 2.56 | 0.68 | 1.33 | 0.57 | 0.81 |
| Fe ₂ O ₃ | 14.60 | 14.10 | 13.10 | 8.70 | 8.64 | 7.93 | 14.90 | 14.98 | 15.90 | 12.77 | 10.15 | 13.61 | 15.16 | 14.51 | 15.67 | 15.15 |
| FeO | 2.82 | 2.10 | 2.19 | 1.82 | 1.61 | 1.66 | 2.36 | 2.45 | 2.60 | 2.45 | 1.93 | 1.99 | 2.96 | 2.48 | 2.78 | 2.84 |
| MnO | 0.10 | 0.13 | 0.07 | 0.04 | 0.07 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.08 |
| MgO | 25.15 | 25.68 | 25.61 | 25.89 | 27.50 | 27.33 | 25.19 | 25.39 | 24.79 | 26.04 | 26.70 | 25.89 | 24.51 | 25.42 | 25.13 | 25.05 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.31 | 10.27 | 10.57 | 10.83 | 10.84 | 10.93 | 10.42 | 10.50 | 10.37 | 10.29 | 10.46 | 10.58 | 10.25 | 9.96 | 10.11 | 10.11 |
| BaO | 0.11 | 0.06 | 0.00 | 0.20 | 0.03 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.09 | 0.08 | 0.00 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.27 | 0.06 | 0.10 | 0.12 | 0.03 | 0.17 | 0.09 | 0.04 | 0.11 | 0.15 | 0.11 | 0.04 | 0.08 |
| H ₂ O | 3.82 | 3.86 | 3.88 | 3.98 | 4.13 | 4.12 | 3.79 | 3.82 | 3.79 | 3.93 | 4.01 | 3.88 | 3.78 | 3.85 | 3.82 | 3.82 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.07 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| Total | 98.68 | 98.57 | 98.70 | 98.42 | 101.51 | 101.29 | 97.90 | 98.73 | 98.37 | 99.90 | 99.60 | 99.10 | 97.86 | 98.53 | 98.83 | 98.61 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.024 | 6.054 | 6.072 | 6.018 | 5.980 | 5.962 | 6.026 | 6.022 | 6.131 | 6.064 | 6.004 | 6.019 | 6.137 | 6.123 | 6.117 | 6.133 |
| Al | 0.315 | 0.352 | 0.453 | 1.015 | 1.094 | 1.186 | 0.267 | 0.276 | 0.049 | 0.520 | 0.880 | 0.451 | 0.122 | 0.235 | 0.101 | 0.145 |
| Fe ³ | 1.661 | 1.594 | 1.475 | 0.967 | 0.925 | 0.851 | 1.708 | 1.702 | 1.820 | 1.416 | 1.116 | 1.530 | 1.741 | 1.642 | 1.781 | 1.722 |
| Ti | 0.008 | 0.009 | 0.009 | 0.013 | 0.010 | 0.012 | 0.003 | 0.007 | 0.008 | 0.009 | 0.007 | 0.003 | 0.012 | 0.006 | 0.006 | 0.004 |
| Fe ² | 0.356 | 0.264 | 0.274 | 0.225 | 0.192 | 0.197 | 0.301 | 0.310 | 0.330 | 0.302 | 0.236 | 0.249 | 0.377 | 0.312 | 0.351 | 0.359 |
| Mn | 0.013 | 0.016 | 0.009 | 0.005 | 0.008 | 0.007 | 0.002 | 0.003 | 0.007 | 0.007 | 0.001 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.011 | 0.010 |
| Mg | 5.667 | 5.752 | 5.711 | 5.701 | 5.835 | 5.809 | 5.718 | 5.716 | 5.621 | 5.720 | 5.812 | 5.764 | 5.576 | 5.700 | 5.658 | 5.641 |
| Ba | 0.007 | 0.004 | 0.000 | 0.012 | 0.001 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.005 | 0.004 | 0.000 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.005 | 0.003 | 0.006 | 0.043 | 0.009 | 0.015 | 0.020 | 0.005 | 0.027 | 0.014 | 0.007 | 0.017 | 0.024 | 0.018 | 0.007 | 0.013 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.988 | 1.968 | 2.017 | 2.040 | 1.967 | 1.988 | 2.025 | 2.023 | 2.012 | 1.934 | 1.949 | 2.015 | 1.995 | 1.912 | 1.948 | 1.949 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.006 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.008 | 0.004 | 0.007 | 0.002 | 0.016 | 0.000 | 0.004 | 0.005 | 0.000 | 0.001 | 0.006 |
| OH | 3.854 | 3.864 | 3.874 | 3.918 | 3.919 | 3.920 | 3.852 | 3.850 | 3.845 | 3.863 | 3.906 | 3.867 | 3.848 | 3.862 | 3.849 | 3.849 |
| Cations | 16.044 | 16.016 | 16.026 | 16.039 | 16.022 | 16.037 | 16.069 | 16.065 | 16.009 | 15.986 | 16.012 | 16.060 | 15.991 | 15.957 | 15.985 | 15.976 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL017 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 4 | 4a | 5 | 5a | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| Posição | BC | BC | B | B | B | C | C | B | B | BC | BC | C | C | B | C | FLOG |
| SiO ₂ | 39.35 | 40.38 | 40.30 | 41.73 | 41.44 | 42.51 | 42.23 | 42.01 | 40.15 | 39.83 | 40.38 | 40.18 | 40.33 | 41.94 | 42.30 | 41.52 |
| TiO ₂ | 0.07 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.07 | 0.02 | 0.03 | 0.06 |
| Al ₂ O ₃ | 0.49 | 0.53 | 3.64 | 0.46 | 5.54 | 9.36 | 7.21 | 4.37 | 1.32 | 0.33 | 0.27 | 0.28 | 2.69 | 4.82 | 13.12 | 13.07 |
| Fe ₂ O ₃ | 16.28 | 15.97 | 11.19 | 15.33 | 8.48 | 4.01 | 6.93 | 10.82 | 14.45 | 15.96 | 15.46 | 15.04 | 12.24 | 9.51 | | 0.15 |
| FeO | 2.36 | 2.57 | 2.51 | 3.24 | 1.98 | 1.67 | 2.03 | 1.87 | 2.82 | 3.01 | 3.10 | 3.00 | 2.68 | 2.55 | 2.26 | 2.98 |
| MnO | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.04 |
| MgO | 25.12 | 25.35 | 25.31 | 25.10 | 25.96 | 27.50 | 26.99 | 26.77 | 24.59 | 24.56 | 24.43 | 24.17 | 24.84 | 25.93 | 27.16 | 27.32 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.12 | 0.02 | 0.04 | 0.53 | 0.41 | 0.17 | 0.25 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.12 | 10.10 | 9.96 | 9.90 | 10.56 | 10.92 | 10.92 | 10.63 | 9.92 | 9.61 | 9.97 | 9.71 | 10.04 | 10.76 | 10.79 | 10.68 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.46 | 0.94 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.06 | 0.08 | 0.11 | 0.19 | 0.10 | 0.03 | 0.04 | 0.09 | 0.11 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.23 | 0.13 | 0.02 | 0.02 |
| H ₂ O | 3.74 | 3.82 | 3.86 | 3.88 | 3.99 | 4.20 | 4.13 | 4.04 | 3.79 | 3.75 | 3.76 | 3.73 | 3.82 | 4.01 | 4.29 | 4.27 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.01 |
| Total | 97.69 | 98.92 | 97.02 | 100.20 | 98.37 | 100.37 | 100.62 | 100.71 | 97.84 | 97.70 | 97.77 | 96.62 | 97.11 | 99.70 | 100.42 | 101.06 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.033 | 6.093 | 6.082 | 6.204 | 6.100 | 6.013 | 6.040 | 6.077 | 6.108 | 6.101 | 6.173 | 6.202 | 6.120 | 6.125 | 5.916 | 5.823 |
| Al | 0.089 | 0.094 | 0.647 | 0.081 | 0.961 | 1.560 | 1.215 | 0.745 | 0.237 | 0.059 | 0.049 | 0.051 | 0.481 | 0.830 | 2.162 | 2.161 |
| Fe ³ | 1.878 | 1.813 | 1.271 | 1.716 | 0.940 | 0.427 | 0.746 | 1.178 | 1.655 | 1.840 | 1.778 | 1.747 | 1.398 | 1.045 | 0.000 | 0.016 |
| Ti | 0.008 | 0.006 | 0.009 | 0.007 | 0.003 | 0.004 | 0.001 | 0.004 | 0.008 | 0.007 | 0.002 | 0.001 | 0.008 | 0.002 | 0.003 | 0.007 |
| Fe ² | 0.302 | 0.324 | 0.316 | 0.403 | 0.243 | 0.198 | 0.243 | 0.227 | 0.359 | 0.386 | 0.396 | 0.388 | 0.341 | 0.312 | 0.264 | 0.349 |
| Mn | 0.005 | 0.010 | 0.007 | 0.007 | 0.009 | 0.000 | 0.003 | 0.005 | 0.007 | 0.009 | 0.009 | 0.010 | 0.006 | 0.000 | 0.001 | 0.005 |
| Mg | 5.741 | 5.702 | 5.695 | 5.563 | 5.695 | 5.800 | 5.754 | 5.772 | 5.577 | 5.609 | 5.568 | 5.562 | 5.620 | 5.645 | 5.662 | 5.712 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.025 | 0.052 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.010 | 0.012 | 0.018 | 0.030 | 0.015 | 0.005 | 0.005 | 0.014 | 0.017 | 0.011 | 0.015 | 0.018 | 0.037 | 0.020 | 0.003 | 0.003 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.060 | 0.032 | 0.007 | 0.011 | 0.155 | 0.122 | 0.051 | 0.075 | 0.019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.979 | 1.943 | 1.917 | 1.878 | 1.983 | 1.971 | 1.993 | 1.961 | 1.926 | 1.877 | 1.944 | 1.912 | 1.943 | 2.004 | 1.926 | 1.911 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.015 | 0.007 | 0.004 | 0.007 | 0.005 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.011 | 0.011 | 0.013 | 0.015 | 0.016 | 0.006 | 0.000 | 0.003 |
| OH | 3.826 | 3.840 | 3.889 | 3.849 | 3.916 | 3.962 | 3.935 | 3.901 | 3.848 | 3.833 | 3.836 | 3.837 | 3.865 | 3.906 | 4.000 | 3.996 |
| Cations | 16.045 | 15.996 | 15.962 | 15.902 | 16.008 | 16.009 | 16.010 | 15.993 | 16.049 | 16.020 | 15.985 | 15.966 | 15.973 | 15.982 | 15.963 | 16.038 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | ASL022 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | FVL184 | FVL184 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 1 | 2 |
| Posição | B | B | BC | B | BC | C | BC | B | B | BC | C | C | BC | B | BC | C | C |
| SiO ₂ | 42.35 | 41.28 | 41.36 | 41.32 | 42.07 | 40.52 | 41.89 | 40.96 | 41.17 | 41.39 | 40.86 | 40.98 | 40.83 | 41.60 | 41.44 | 40.34 | |
| TiO ₂ | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 0.17 | 0.25 | 0.27 | 0.25 | 0.12 | 0.07 | 0.08 | |
| Al ₂ O ₃ | 7.93 | 5.80 | 7.90 | 2.73 | 11.80 | 13.18 | 12.86 | 5.19 | 7.22 | 10.95 | 12.11 | 12.09 | 11.99 | 10.21 | 0.13 | 0.09 | |
| Fe ₂ O ₃ | 5.71 | 8.42 | 5.65 | 12.93 | 0.20 | | | 9.22 | 7.54 | 2.23 | 0.88 | 1.11 | 1.34 | 2.92 | 15.59 | 16.48 | |
| FeO | 1.40 | 2.27 | 1.69 | 2.31 | 2.19 | 1.92 | 2.35 | 2.48 | 1.42 | 1.46 | 1.45 | 1.40 | 1.32 | 1.62 | 2.59 | 2.83 | |
| MnO | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.01 | 0.14 | 0.13 | |
| MgO | 27.43 | 26.06 | 26.63 | 25.90 | 26.85 | 26.40 | 27.06 | 25.67 | 26.86 | 27.32 | 27.25 | 27.41 | 27.37 | 27.20 | 24.90 | 24.68 | |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.11 | 0.10 | 0.00 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.17 | 0.08 | 0.06 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | |
| K ₂ O | 10.68 | 10.65 | 10.64 | 10.61 | 10.73 | 10.29 | 10.81 | 10.44 | 10.91 | 10.75 | 10.70 | 10.75 | 10.91 | 10.65 | 10.08 | 9.99 | |
| BaO | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.24 | 0.92 | 0.72 | 0.00 | 0.11 | 0.27 | 0.43 | 0.60 | 0.53 | 0.05 | 0.01 | 0.08 | |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CaO | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 0.17 | 0.14 | 0.13 | 0.03 | 0.09 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.13 | |
| H ₂ O | 4.14 | 3.99 | 4.06 | 3.94 | 4.19 | 4.15 | 4.25 | 3.95 | 3.95 | 3.88 | 3.90 | 3.75 | 3.94 | 3.89 | 3.64 | 3.69 | |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 0.39 | 0.66 | 0.59 | 0.94 | 0.52 | 0.61 | 0.68 | 0.52 | |
| Cl | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | |
| Total | 99.81 | 98.67 | 98.20 | 100.06 | 98.61 | 97.71 | 100.14 | 98.28 | 99.94 | 99.20 | 98.54 | 99.41 | 99.13 | 98.97 | 99.36 | 99.09 | |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.050 | 6.065 | 6.024 | 6.092 | 5.997 | 5.844 | 5.901 | 6.066 | 5.951 | 5.916 | 5.859 | 5.847 | 5.837 | 5.961 | 6.218 | 6.107 | |
| Al | 1.335 | 1.004 | 1.357 | 0.474 | 1.982 | 2.240 | 2.135 | 0.906 | 1.230 | 1.844 | 2.046 | 2.034 | 2.019 | 1.725 | 0.022 | 0.016 | |
| Fe ³ | 0.614 | 0.931 | 0.619 | 1.434 | 0.021 | 0.000 | 0.000 | 1.028 | 0.820 | 0.240 | 0.095 | 0.119 | 0.144 | 0.314 | 1.760 | 1.877 | |
| Ti | 0.004 | 0.000 | 0.004 | 0.002 | 0.007 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.011 | 0.018 | 0.027 | 0.028 | 0.026 | 0.013 | 0.008 | 0.009 | |
| Fe ² | 0.167 | 0.279 | 0.206 | 0.285 | 0.261 | 0.231 | 0.277 | 0.307 | 0.172 | 0.175 | 0.174 | 0.167 | 0.157 | 0.194 | 0.325 | 0.358 | |
| Mn | 0.003 | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 0.001 | 0.007 | 0.003 | 0.005 | 0.006 | 0.008 | 0.004 | 0.005 | 0.007 | 0.001 | 0.018 | 0.017 | |
| Mg | 5.843 | 5.708 | 5.783 | 5.694 | 5.706 | 5.676 | 5.682 | 5.667 | 5.787 | 5.822 | 5.826 | 5.830 | 5.832 | 5.809 | 5.570 | 5.568 | |
| Ba | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.014 | 0.052 | 0.040 | 0.000 | 0.006 | 0.015 | 0.024 | 0.033 | 0.030 | 0.003 | 0.000 | 0.005 | |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Ca | 0.003 | 0.005 | 0.010 | 0.027 | 0.021 | 0.020 | 0.005 | 0.015 | 0.021 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.021 | |
| Na | 0.000 | 0.032 | 0.027 | 0.000 | 0.023 | 0.026 | 0.022 | 0.047 | 0.022 | 0.018 | 0.024 | 0.016 | 0.019 | 0.019 | 0.026 | 0.017 | |
| K | 1.946 | 1.996 | 1.977 | 1.995 | 1.950 | 1.894 | 1.943 | 1.973 | 2.011 | 1.960 | 1.958 | 1.956 | 1.990 | 1.946 | 1.929 | 1.929 | |
| F | | | | | | | | | 0.179 | 0.297 | 0.268 | 0.423 | 0.237 | 0.277 | 0.325 | 0.248 | |
| Cl | 0.005 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.010 | 0.005 | 0.008 | 0.010 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.003 | 0.003 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | |
| OH | 3.943 | 3.914 | 3.940 | 3.875 | 3.987 | 3.994 | 3.991 | 3.903 | 3.808 | 3.699 | 3.730 | 3.569 | 3.757 | 3.718 | 3.643 | 3.726 | |
| Cations | 15.970 | 16.021 | 16.013 | 16.010 | 15.982 | 15.993 | 16.011 | 16.017 | 16.036 | 16.015 | 16.036 | 16.037 | 16.062 | 15.992 | 15.876 | 15.924 | |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 | FVL184 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Ponto | 2a | 3a | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4a | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4a | 4b |
| Posição | C | C | BC | B | C | C | BC | BC | BC | B | B | BC | C | C | C | C |
| SiO ₂ | 40.63 | 39.80 | 41.19 | 41.28 | 41.30 | 41.06 | 40.80 | 40.55 | 40.89 | 41.31 | 40.62 | 42.63 | 41.99 | 41.02 | 41.38 | 41.47 |
| TiO ₂ | 0.16 | 0.15 | 0.31 | 0.15 | 0.17 | 0.21 | 0.20 | 0.20 | 0.13 | 0.15 | 0.21 | 0.21 | 0.19 | 0.18 | 0.20 | 0.15 |
| Al ₂ O ₃ | 0.07 | 0.08 | 0.28 | 0.11 | 0.12 | 0.19 | 0.04 | 0.10 | 0.09 | 0.11 | 0.10 | 0.44 | 0.31 | 0.13 | 0.18 | 0.15 |
| Fe ₂ O ₃ | 15.58 | 16.37 | 16.13 | 15.94 | 16.52 | 16.19 | 16.47 | 16.07 | 16.43 | 15.72 | 16.88 | 14.16 | 15.03 | 15.74 | 15.38 | 15.18 |
| FeO | 2.91 | 2.91 | 2.52 | 2.79 | 2.16 | 2.47 | 2.65 | 2.86 | 2.96 | 2.27 | 2.62 | 1.52 | 2.23 | 2.16 | 2.33 | 2.42 |
| MnO | 0.10 | 0.13 | 0.13 | 0.06 | 0.10 | 0.14 | 0.13 | 0.12 | 0.11 | 0.08 | 0.12 | 0.08 | 0.12 | 0.14 | 0.12 | 0.14 |
| MgO | 24.22 | 24.32 | 24.96 | 24.78 | 25.42 | 24.98 | 24.84 | 24.37 | 24.80 | 24.93 | 25.00 | 25.18 | 24.86 | 24.90 | 24.79 | 24.55 |
| Na ₂ O | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.07 | 0.11 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.09 | 0.09 | 0.11 | 0.07 | 0.10 | 0.09 | 0.10 |
| K ₂ O | 9.90 | 9.75 | 10.21 | 10.17 | 10.44 | 10.35 | 10.17 | 10.32 | 10.26 | 10.31 | 10.32 | 10.52 | 10.62 | 9.91 | 10.13 | 10.23 |
| BaO | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.08 | 0.13 | 0.09 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.11 | 0.01 | 0.10 |
| H ₂ O | 3.75 | 3.65 | 3.70 | 3.75 | 3.67 | 3.65 | 3.74 | 3.66 | 3.70 | 3.66 | 3.81 | 3.59 | 3.66 | 3.59 | 3.66 | 3.64 |
| F | 0.32 | 0.49 | 0.61 | 0.47 | 0.71 | 0.70 | 0.47 | 0.57 | 0.58 | 0.63 | 0.35 | 0.87 | 0.72 | 0.75 | 0.63 | 0.65 |
| Cl | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Total | 97.80 | 97.87 | 100.22 | 99.70 | 100.73 | 100.00 | 99.66 | 98.88 | 100.02 | 99.27 | 100.16 | 99.35 | 99.81 | 98.74 | 98.90 | 98.81 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.199 | 6.098 | 6.141 | 6.184 | 6.133 | 6.143 | 6.130 | 6.149 | 6.131 | 6.205 | 6.081 | 6.339 | 6.260 | 6.189 | 6.226 | 6.251 |
| Al | 0.012 | 0.014 | 0.049 | 0.019 | 0.022 | 0.034 | 0.007 | 0.018 | 0.015 | 0.019 | 0.017 | 0.077 | 0.054 | 0.023 | 0.032 | 0.027 |
| Fe ³ | 1.789 | 1.888 | 1.809 | 1.797 | 1.846 | 1.823 | 1.863 | 1.834 | 1.853 | 1.776 | 1.902 | 1.584 | 1.686 | 1.788 | 1.742 | 1.722 |
| Ti | 0.019 | 0.018 | 0.034 | 0.017 | 0.019 | 0.024 | 0.023 | 0.023 | 0.015 | 0.017 | 0.024 | 0.024 | 0.021 | 0.021 | 0.023 | 0.017 |
| Fe ² | 0.371 | 0.373 | 0.314 | 0.349 | 0.268 | 0.309 | 0.333 | 0.363 | 0.371 | 0.285 | 0.328 | 0.189 | 0.278 | 0.272 | 0.293 | 0.305 |
| Mn | 0.013 | 0.017 | 0.016 | 0.008 | 0.013 | 0.018 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.010 | 0.015 | 0.010 | 0.015 | 0.018 | 0.016 | 0.018 |
| Mg | 5.508 | 5.556 | 5.548 | 5.533 | 5.625 | 5.571 | 5.563 | 5.509 | 5.544 | 5.581 | 5.579 | 5.582 | 5.524 | 5.602 | 5.560 | 5.517 |
| Ba | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.013 | 0.021 | 0.015 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.017 | 0.002 | 0.016 |
| Na | 0.014 | 0.020 | 0.026 | 0.021 | 0.031 | 0.016 | 0.020 | 0.015 | 0.008 | 0.025 | 0.025 | 0.031 | 0.021 | 0.030 | 0.025 | 0.029 |
| K | 1.927 | 1.906 | 1.943 | 1.944 | 1.977 | 1.975 | 1.949 | 1.997 | 1.962 | 1.974 | 1.972 | 1.995 | 2.019 | 1.907 | 1.944 | 1.966 |
| F | 0.154 | 0.239 | 0.288 | 0.223 | 0.332 | 0.329 | 0.222 | 0.273 | 0.275 | 0.301 | 0.166 | 0.411 | 0.340 | 0.360 | 0.299 | 0.309 |
| Cl | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| OH | 3.816 | 3.731 | 3.680 | 3.747 | 3.635 | 3.643 | 3.749 | 3.702 | 3.701 | 3.667 | 3.805 | 3.560 | 3.639 | 3.613 | 3.673 | 3.660 |
| Cations | 15.867 | 15.911 | 15.895 | 15.888 | 15.934 | 15.913 | 15.909 | 15.921 | 15.916 | 15.895 | 15.947 | 15.832 | 15.879 | 15.866 | 15.863 | 15.869 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 66B96 | 66B96 | 66B96 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 1 | 1a | 2 | 2a | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 | 1 | 1a | 2 | 3 | 1 | 1a | 2 | |
| Posição | BC | BC | C | C | B | B | B | C | BC | BC | BC | C | BC | | | | |
| SiO ₂ | 41.58 | 41.42 | 41.63 | 42.43 | 41.19 | 41.14 | 41.93 | 42.36 | 42.58 | 41.43 | 42.13 | 41.26 | 42.28 | 40.89 | 41.82 | 41.57 | |
| TiO ₂ | 0.18 | 0.11 | 0.08 | 0.12 | 0.03 | 0.08 | 0.10 | 0.09 | 0.16 | 0.15 | 0.13 | 0.15 | 0.17 | 0.15 | 0.12 | 0.09 | |
| Al ₂ O ₃ | 10.56 | 10.01 | 10.00 | 10.27 | 4.38 | 3.82 | 7.78 | 8.28 | 10.88 | 7.92 | 7.89 | 9.87 | 10.69 | 3.85 | 4.95 | 7.53 | |
| Fe ₂ O ₃ | 2.18 | 2.47 | 2.36 | 3.39 | 10.43 | 11.31 | 6.09 | 5.72 | 2.17 | 5.87 | 5.59 | 3.66 | 2.88 | 8.32 | 9.21 | 5.81 | |
| FeO | 1.84 | 1.93 | 1.80 | 0.92 | 2.07 | 1.82 | 2.06 | 1.36 | 2.03 | 1.58 | 2.19 | 2.24 | 1.78 | 4.95 | 2.73 | 2.41 | |
| MnO | 0.05 | 0.08 | 0.01 | 0.08 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | |
| MgO | 26.92 | 26.61 | 26.71 | 28.24 | 26.16 | 26.30 | 26.84 | 27.56 | 27.52 | 26.80 | 26.63 | 26.56 | 27.71 | 23.04 | 26.07 | 26.49 | |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.31 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | |
| K ₂ O | 10.58 | 10.39 | 10.64 | 11.02 | 10.37 | 10.27 | 10.79 | 10.64 | 10.78 | 10.80 | 10.78 | 10.66 | 10.84 | 9.85 | 10.10 | 10.38 | |
| BaO | 0.28 | 0.13 | 0.01 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.15 | 0.00 | 0.03 | 0.09 | 0.27 | 0.23 | 0.00 | 0.12 | |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CaO | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.10 | 0.00 | 0.01 | 0.46 | 0.02 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | |
| H ₂ O | 4.15 | 4.10 | 4.11 | 4.25 | 3.95 | 3.94 | 4.12 | 4.17 | 4.24 | 4.07 | 4.11 | 4.13 | 4.24 | 3.81 | 4.01 | 4.07 | |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | |
| Cl | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | |
| Total | 98.34 | 97.30 | 97.36 | 100.93 | 98.74 | 98.79 | 99.78 | 100.69 | 100.72 | 98.72 | 99.54 | 99.15 | 101.13 | 95.18 | 99.12 | 98.69 | |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.976 | 6.016 | 6.035 | 5.946 | 6.079 | 6.078 | 6.024 | 6.006 | 5.973 | 6.007 | 6.058 | 5.931 | 5.930 | 6.311 | 6.124 | 6.052 | |
| Al | 1.788 | 1.713 | 1.708 | 1.696 | 0.762 | 0.665 | 1.317 | 1.383 | 1.798 | 1.353 | 1.337 | 1.673 | 1.766 | 0.701 | 0.855 | 1.293 | |
| Fe ³ | 0.236 | 0.270 | 0.257 | 0.358 | 1.159 | 1.257 | 0.659 | 0.610 | 0.229 | 0.640 | 0.605 | 0.396 | 0.304 | 0.988 | 1.021 | 0.656 | |
| Ti | 0.019 | 0.012 | 0.009 | 0.013 | 0.003 | 0.009 | 0.011 | 0.009 | 0.017 | 0.016 | 0.014 | 0.016 | 0.017 | 0.018 | 0.013 | 0.010 | |
| Fe ² | 0.222 | 0.235 | 0.218 | 0.108 | 0.256 | 0.225 | 0.248 | 0.161 | 0.238 | 0.192 | 0.263 | 0.269 | 0.209 | 0.616 | 0.328 | 0.274 | |
| Mn | 0.006 | 0.010 | 0.001 | 0.009 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.002 | 0.004 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | 0.007 | 0.002 | 0.004 | 0.006 | |
| Mg | 5.768 | 5.762 | 5.772 | 5.900 | 5.755 | 5.792 | 5.749 | 5.824 | 5.754 | 5.792 | 5.708 | 5.693 | 5.792 | 5.302 | 5.691 | 5.749 | |
| Ba | 0.016 | 0.007 | 0.001 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.008 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.015 | 0.014 | 0.000 | 0.007 | |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Ca | 0.002 | 0.003 | 0.001 | 0.004 | 0.009 | 0.005 | 0.004 | 0.006 | 0.014 | 0.000 | 0.001 | 0.070 | 0.003 | 0.011 | 0.012 | 0.011 | |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.085 | 0.013 | 0.003 | 0.003 | 0.000 | 0.022 | 0.000 | 0.000 | 0.027 | |
| K | 1.939 | 1.925 | 1.967 | 1.971 | 1.953 | 1.936 | 1.978 | 1.925 | 1.928 | 1.998 | 1.977 | 1.956 | 1.940 | 1.940 | 1.886 | 1.929 | |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.003 | 0.009 | 0.004 | 0.000 | 0.009 | 0.009 | 0.001 | 0.007 | 0.012 | 0.008 | 0.004 | 0.010 | 0.010 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | |
| OH | 3.977 | 3.968 | 3.974 | 3.969 | 3.893 | 3.884 | 3.944 | 3.941 | 3.968 | 3.938 | 3.945 | 3.956 | 3.964 | 3.926 | 3.919 | 3.953 | |
| Cations | 15.972 | 15.954 | 15.968 | 16.015 | 15.983 | 15.973 | 15.994 | 16.019 | 15.977 | 16.008 | 15.972 | 16.014 | 16.012 | 15.903 | 15.934 | 16.013 | |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 2a | 3 | 3a | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 1a | 2 | 3 | 3a | 1 | 1a | 2 | |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 42.22 | 40.17 | 42.47 | 42.44 | 42.71 | 42.60 | 41.78 | 41.46 | 41.96 | 41.99 | 42.44 | 42.45 | 42.61 | 41.90 | 41.90 | 42.72 | |
| TiO ₂ | 0.20 | 0.05 | 0.14 | 0.13 | 0.15 | 0.15 | 0.07 | 0.07 | 0.14 | 0.22 | 0.22 | 0.16 | 0.13 | 0.12 | 0.16 | 0.12 | |
| Al ₂ O ₃ | 10.74 | 2.71 | 7.73 | 10.56 | 10.33 | 10.23 | 4.70 | 4.42 | 10.09 | 11.59 | 11.59 | 10.19 | 9.90 | 10.06 | 10.04 | 9.74 | |
| Fe ₂ O ₃ | 1.60 | 10.74 | 5.38 | 1.96 | 2.07 | 2.66 | 9.22 | 10.03 | 2.84 | 1.00 | 0.54 | 2.21 | 2.61 | 2.02 | 2.68 | 2.84 | |
| FeO | 2.34 | 5.76 | 2.15 | 2.55 | 2.51 | 2.19 | 2.45 | 2.38 | 2.19 | 2.86 | 3.11 | 2.19 | 2.56 | 2.64 | 2.02 | 2.07 | |
| MnO | 0.03 | 0.05 | 0.09 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 0.10 | |
| MgO | 27.01 | 24.17 | 26.87 | 27.25 | 27.23 | 27.66 | 26.82 | 27.04 | 27.54 | 27.22 | 27.08 | 27.34 | 27.22 | 26.65 | 27.31 | 27.69 | |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | |
| K ₂ O | 10.21 | 7.02 | 10.41 | 9.88 | 10.01 | 9.99 | 9.43 | 9.56 | 9.67 | 9.49 | 9.29 | 9.49 | 9.72 | 9.65 | 9.74 | 9.27 | |
| BaO | 0.17 | 0.00 | 0.06 | 0.29 | 0.21 | 0.28 | 0.10 | 0.00 | 0.07 | 0.43 | 0.53 | 0.06 | 0.28 | 0.00 | 0.13 | 0.46 | |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CaO | 0.04 | 0.10 | 0.09 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.03 | 0.02 | |
| H ₂ O | 4.19 | 3.78 | 4.14 | 4.21 | 4.22 | 4.23 | 4.01 | 4.00 | 4.17 | 4.22 | 4.22 | 4.19 | 4.19 | 4.13 | 4.16 | 4.20 | |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | |
| Total | 98.73 | 94.55 | 99.67 | 99.35 | 99.48 | 100.04 | 98.71 | 99.08 | 98.73 | 99.11 | 99.09 | 98.55 | 99.30 | 97.24 | 98.28 | 99.24 | |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.022 | 6.222 | 6.093 | 6.022 | 6.051 | 6.012 | 6.129 | 6.082 | 5.992 | 5.955 | 6.008 | 6.048 | 6.058 | 6.062 | 6.009 | 6.062 | |
| Al | 1.805 | 0.495 | 1.308 | 1.766 | 1.725 | 1.701 | 0.813 | 0.764 | 1.697 | 1.937 | 1.934 | 1.711 | 1.658 | 1.715 | 1.697 | 1.629 | |
| Fe ³ | 0.173 | 1.283 | 0.599 | 0.212 | 0.224 | 0.288 | 1.058 | 1.154 | 0.311 | 0.107 | 0.058 | 0.241 | 0.283 | 0.223 | 0.295 | 0.309 | |
| Ti | 0.021 | 0.006 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.016 | 0.008 | 0.008 | 0.015 | 0.024 | 0.024 | 0.017 | 0.014 | 0.013 | 0.017 | 0.013 | |
| Fe ² | 0.277 | 0.715 | 0.240 | 0.300 | 0.294 | 0.253 | 0.259 | 0.245 | 0.256 | 0.338 | 0.368 | 0.257 | 0.300 | 0.316 | 0.237 | 0.240 | |
| Mn | 0.003 | 0.007 | 0.011 | 0.009 | 0.006 | 0.003 | 0.010 | 0.010 | 0.005 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.001 | 0.002 | 0.012 | |
| Mg | 5.742 | 5.582 | 5.747 | 5.764 | 5.750 | 5.818 | 5.866 | 5.913 | 5.862 | 5.756 | 5.714 | 5.807 | 5.768 | 5.748 | 5.837 | 5.857 | |
| Ba | 0.009 | 0.000 | 0.003 | 0.016 | 0.012 | 0.015 | 0.006 | 0.000 | 0.004 | 0.024 | 0.030 | 0.003 | 0.015 | 0.000 | 0.007 | 0.026 | |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Ca | 0.006 | 0.017 | 0.013 | 0.000 | 0.001 | 0.005 | 0.004 | 0.001 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.007 | 0.003 | 0.011 | 0.005 | 0.003 | |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.040 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.052 | 0.000 | 0.000 | 0.026 | 0.000 | |
| K | 1.857 | 1.387 | 1.904 | 1.788 | 1.808 | 1.798 | 1.765 | 1.789 | 1.761 | 1.718 | 1.678 | 1.725 | 1.763 | 1.780 | 1.782 | 1.679 | |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.004 | 0.007 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.003 | |
| OH | 3.987 | 3.908 | 3.957 | 3.982 | 3.984 | 3.977 | 3.928 | 3.915 | 3.973 | 3.988 | 3.988 | 3.983 | 3.976 | 3.984 | 3.977 | 3.975 | |
| Cations | 15.915 | 15.714 | 15.975 | 15.892 | 15.887 | 15.908 | 15.927 | 15.973 | 15.903 | 15.869 | 15.818 | 15.873 | 15.869 | 15.870 | 15.915 | 15.828 | |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 1 | 1a | 2 | 2a | 3 | 3a | 1 | 1a | 2 | 2a | 3 | 3a | 1 | 1a | 2 | 2a |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 40.95 | 41.20 | 40.94 | 41.18 | 40.58 | 40.98 | 41.08 | 41.31 | 41.01 | 40.53 | 41.05 | 41.07 | 40.28 | 40.20 | 40.24 | 40.40 |
| TiO ₂ | 0.11 | 0.17 | 0.13 | 0.17 | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.09 | 0.04 | 0.18 | 0.14 | 0.04 | 0.05 | 0.09 | 0.04 |
| Al ₂ O ₃ | 0.75 | 0.29 | 0.45 | 0.16 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.26 | 0.12 | 0.72 | 0.84 | 0.02 | 0.00 |
| Fe ₂ O ₃ | 15.35 | 15.75 | 15.08 | 15.43 | 15.94 | 16.12 | 16.31 | 16.34 | 16.31 | 16.32 | 16.06 | 16.18 | 15.44 | 14.71 | 15.73 | 16.06 |
| FeO | 3.25 | 3.47 | 3.94 | 3.55 | 3.44 | 3.81 | 2.23 | 2.93 | 2.34 | 2.70 | 3.05 | 3.27 | 2.98 | 3.95 | 3.09 | 3.07 |
| MnO | 0.07 | 0.05 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.04 | 0.01 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0.08 |
| MgO | 25.72 | 25.45 | 24.77 | 25.05 | 24.93 | 25.22 | 26.10 | 25.92 | 26.16 | 25.76 | 25.67 | 25.58 | 25.63 | 24.55 | 25.00 | 25.36 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| K ₂ O | 8.56 | 8.62 | 8.69 | 8.56 | 8.76 | 8.49 | 8.93 | 8.74 | 8.74 | 8.71 | 8.89 | 8.79 | 8.50 | 8.71 | 8.64 | 8.62 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.11 | 0.14 | 0.00 | 0.00 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.10 | 0.10 | 0.08 | 0.10 | 0.13 | 0.14 | 0.21 | 0.19 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.13 | 0.15 | 0.06 | 0.03 |
| H ₂ O | 3.86 | 3.85 | 3.82 | 3.83 | 3.79 | 3.83 | 3.85 | 3.87 | 3.84 | 3.81 | 3.86 | 3.85 | 3.81 | 3.78 | 3.76 | 3.79 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 98.71 | 98.98 | 98.00 | 98.13 | 97.91 | 98.87 | 98.89 | 99.47 | 98.72 | 98.03 | 99.19 | 99.17 | 97.69 | 97.11 | 96.69 | 97.46 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.135 | 6.172 | 6.200 | 6.217 | 6.168 | 6.164 | 6.153 | 6.158 | 6.150 | 6.137 | 6.144 | 6.153 | 6.108 | 6.153 | 6.177 | 6.156 |
| Al | 0.133 | 0.051 | 0.081 | 0.028 | 0.007 | 0.009 | 0.004 | 0.006 | 0.005 | 0.000 | 0.046 | 0.021 | 0.128 | 0.152 | 0.004 | 0.000 |
| Fe ³ | 1.732 | 1.777 | 1.719 | 1.754 | 1.825 | 1.827 | 1.843 | 1.836 | 1.845 | 1.863 | 1.811 | 1.826 | 1.764 | 1.695 | 1.819 | 1.844 |
| Ti | 0.012 | 0.019 | 0.015 | 0.020 | 0.015 | 0.012 | 0.012 | 0.013 | 0.010 | 0.005 | 0.020 | 0.015 | 0.004 | 0.005 | 0.010 | 0.005 |
| Fe ² | 0.406 | 0.433 | 0.498 | 0.447 | 0.436 | 0.479 | 0.275 | 0.363 | 0.289 | 0.340 | 0.380 | 0.408 | 0.376 | 0.504 | 0.395 | 0.389 |
| Mn | 0.008 | 0.007 | 0.012 | 0.011 | 0.012 | 0.012 | 0.005 | 0.001 | 0.009 | 0.009 | 0.011 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | 0.008 | 0.010 |
| Mg | 5.745 | 5.682 | 5.592 | 5.638 | 5.649 | 5.655 | 5.827 | 5.761 | 5.849 | 5.814 | 5.727 | 5.714 | 5.794 | 5.602 | 5.722 | 5.759 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.007 | 0.008 | 0.000 | 0.000 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.016 | 0.015 | 0.012 | 0.016 | 0.020 | 0.023 | 0.033 | 0.030 | 0.013 | 0.011 | 0.010 | 0.010 | 0.021 | 0.024 | 0.009 | 0.005 |
| Na | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.016 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 |
| K | 1.636 | 1.647 | 1.679 | 1.649 | 1.699 | 1.630 | 1.706 | 1.662 | 1.673 | 1.683 | 1.697 | 1.680 | 1.644 | 1.700 | 1.692 | 1.676 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.008 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.007 | 0.002 | 0.001 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | 0.004 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| OH | 3.858 | 3.846 | 3.856 | 3.855 | 3.846 | 3.842 | 3.847 | 3.848 | 3.845 | 3.844 | 3.848 | 3.846 | 3.850 | 3.861 | 3.850 | 3.848 |
| Cations | 15.823 | 15.807 | 15.807 | 15.782 | 15.847 | 15.809 | 15.858 | 15.831 | 15.845 | 15.861 | 15.846 | 15.840 | 15.851 | 15.850 | 15.836 | 15.848 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A | 10A77A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Ponto | 3 | 3a | 4 | 4a | 5 | 5a | 6 | 6a | 7 | 7a | 2 | 2a | 3 | 3a | 4 | 4a |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 40.16 | 40.88 | 40.47 | 40.68 | 40.59 | 40.66 | 40.59 | 40.27 | 40.97 | 40.70 | 41.08 | 41.41 | 40.65 | 40.88 | 40.52 | 40.97 |
| TiO ₂ | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.12 | 0.11 | 0.08 | 0.10 | 0.18 | 0.19 | 0.14 | 0.14 | 0.12 | 0.18 |
| Al ₂ O ₃ | 0.02 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 1.00 | 0.10 | 0.08 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.26 | 0.38 | 0.78 | 0.51 | 1.09 | 1.36 |
| Fe ₂ O ₃ | 16.20 | 15.97 | 16.08 | 16.22 | 14.76 | 15.84 | 15.68 | 15.97 | 15.85 | 15.73 | 15.65 | 15.35 | 15.11 | 15.19 | 14.89 | 14.82 |
| FeO | 2.79 | 2.85 | 2.69 | 2.43 | 3.33 | 2.91 | 3.23 | 3.40 | 3.51 | 3.13 | 3.65 | 3.40 | 3.85 | 3.68 | 3.27 | 2.96 |
| MnO | 0.04 | 0.02 | 0.10 | 0.03 | 0.15 | 0.02 | 0.09 | 0.11 | 0.03 | 0.09 | 0.06 | 0.10 | 0.09 | 0.12 | 0.06 | 0.13 |
| MgO | 25.54 | 25.63 | 25.54 | 25.86 | 25.31 | 25.34 | 25.08 | 25.06 | 25.29 | 25.18 | 25.41 | 25.44 | 25.11 | 25.03 | 25.46 | 25.72 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.13 |
| K ₂ O | 8.61 | 8.77 | 8.94 | 8.81 | 8.56 | 8.66 | 8.59 | 8.54 | 8.56 | 8.70 | 8.07 | 8.56 | 8.53 | 8.69 | 8.59 | 9.04 |
| BaO | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.20 | 0.21 | 0.14 | 0.10 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.15 | 0.15 |
| H ₂ O | 3.78 | 3.82 | 3.80 | 3.81 | 3.82 | 3.80 | 3.79 | 3.78 | 3.82 | 3.80 | 3.84 | 3.86 | 3.83 | 3.83 | 3.83 | 3.89 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| Total | 97.24 | 98.06 | 97.76 | 98.14 | 97.89 | 97.78 | 97.43 | 97.40 | 98.25 | 97.58 | 98.30 | 98.74 | 98.12 | 98.08 | 98.03 | 99.34 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.132 | 6.181 | 6.149 | 6.151 | 6.140 | 6.171 | 6.185 | 6.147 | 6.189 | 6.188 | 6.181 | 6.202 | 6.142 | 6.180 | 6.113 | 6.099 |
| Al | 0.004 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.179 | 0.018 | 0.015 | 0.017 | 0.008 | 0.009 | 0.046 | 0.068 | 0.139 | 0.091 | 0.194 | 0.239 |
| Fe ³ | 1.864 | 1.819 | 1.841 | 1.849 | 1.681 | 1.811 | 1.800 | 1.837 | 1.803 | 1.802 | 1.773 | 1.731 | 1.719 | 1.729 | 1.692 | 1.662 |
| Ti | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.008 | 0.008 | 0.010 | 0.013 | 0.013 | 0.009 | 0.012 | 0.020 | 0.022 | 0.016 | 0.016 | 0.014 | 0.020 |
| Fe ² | 0.353 | 0.358 | 0.340 | 0.304 | 0.420 | 0.367 | 0.410 | 0.433 | 0.441 | 0.396 | 0.458 | 0.424 | 0.485 | 0.464 | 0.411 | 0.367 |
| Mn | 0.006 | 0.003 | 0.012 | 0.004 | 0.020 | 0.003 | 0.012 | 0.014 | 0.004 | 0.012 | 0.007 | 0.013 | 0.011 | 0.016 | 0.007 | 0.016 |
| Mg | 5.813 | 5.777 | 5.785 | 5.830 | 5.707 | 5.734 | 5.696 | 5.702 | 5.695 | 5.707 | 5.700 | 5.678 | 5.657 | 5.641 | 5.727 | 5.708 |
| Ba | 0.001 | 0.003 | 0.000 | 0.012 | 0.013 | 0.008 | 0.006 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.006 | 0.004 | 0.001 | 0.002 | 0.011 | 0.010 | 0.011 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.006 | 0.004 | 0.003 | 0.024 | 0.024 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.004 | 0.000 | 0.045 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.017 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.036 |
| K | 1.677 | 1.692 | 1.732 | 1.699 | 1.651 | 1.678 | 1.670 | 1.664 | 1.649 | 1.687 | 1.549 | 1.636 | 1.645 | 1.676 | 1.652 | 1.717 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.004 | 0.000 | 0.005 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.005 | 0.000 |
| OH | 3.848 | 3.851 | 3.846 | 3.847 | 3.858 | 3.852 | 3.847 | 3.847 | 3.852 | 3.849 | 3.852 | 3.856 | 3.858 | 3.858 | 3.856 | 3.863 |
| Cations | 15.861 | 15.842 | 15.886 | 15.863 | 15.830 | 15.855 | 15.817 | 15.835 | 15.809 | 15.828 | 15.758 | 15.780 | 15.818 | 15.815 | 15.842 | 15.889 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 10A77A | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 407D1 | 407D1 |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Unidade | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a |
| Grão | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Ponto | 5a | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 4 | 1 | 2 |
| Posição | | B | BC | C | BC | BC1 | B | B | BC | C | BC | BC1 | B | | B | BC |
| SiO ₂ | 40.93 | 41.49 | 41.67 | 38.51 | 41.16 | 41.66 | 40.86 | 41.28 | 39.61 | 40.57 | 40.67 | 41.15 | 40.24 | 42.24 | 40.55 | 41.67 |
| TiO ₂ | 0.20 | 0.13 | 0.21 | 0.00 | 0.27 | 0.22 | 0.20 | 0.20 | 0.09 | 0.16 | 0.08 | 0.20 | 0.20 | 0.11 | 0.15 | 0.22 |
| Al ₂ O ₃ | 0.63 | 8.53 | 11.01 | 13.19 | 10.66 | 9.36 | 8.68 | 7.36 | 12.46 | 12.31 | 6.59 | 9.97 | 8.94 | 9.95 | 1.41 | 6.98 |
| Fe ₂ O ₃ | 15.04 | 5.79 | 2.09 | 0.82 | 3.03 | 4.33 | 6.09 | 6.73 | 1.14 | 0.85 | 8.02 | 3.88 | 5.36 | 2.65 | 15.07 | 7.03 |
| FeO | 3.53 | 2.14 | 1.51 | 2.43 | 1.22 | 1.37 | 0.72 | 1.81 | 2.59 | 2.66 | 1.45 | 1.22 | 0.79 | 1.99 | 3.18 | 1.80 |
| MnO | 0.07 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.10 | 0.04 | 0.01 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.01 |
| MgO | 24.93 | 26.79 | 27.35 | 26.58 | 27.46 | 27.10 | 27.56 | 26.35 | 26.56 | 26.51 | 26.56 | 27.39 | 27.22 | 27.31 | 24.85 | 26.54 |
| Na ₂ O | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.02 | 0.01 | 0.10 | 0.03 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.08 | 0.00 | 0.10 | 0.09 |
| K ₂ O | 8.87 | 11.00 | 10.75 | 9.92 | 10.88 | 11.13 | 10.93 | 10.70 | 10.38 | 10.69 | 10.54 | 10.96 | 10.44 | 10.26 | 10.41 | 10.45 |
| BaO | 0.03 | 0.10 | 0.36 | 2.67 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 1.24 | 0.93 | 0.09 | 0.07 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.06 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.13 | 0.17 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.08 | 0.15 | 0.11 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| H ₂ O | 3.83 | 4.00 | 3.88 | 3.69 | 3.87 | 3.89 | 3.93 | 3.93 | 3.95 | 3.82 | 3.84 | 3.94 | 3.87 | 4.18 | 3.77 | 3.89 |
| F | n.a. | 0.38 | 0.71 | 0.86 | 0.68 | 0.61 | 0.48 | 0.38 | 0.38 | 0.75 | 0.47 | 0.50 | 0.48 | n.a. | 0.45 | 0.50 |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 98.23 | 100.51 | 99.65 | 98.73 | 99.39 | 99.91 | 99.72 | 98.98 | 98.56 | 99.47 | 98.45 | 99.36 | 97.88 | 98.76 | 100.07 | 99.25 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.179 | 5.938 | 5.930 | 5.635 | 5.879 | 5.956 | 5.872 | 6.003 | 5.745 | 5.824 | 5.974 | 5.897 | 5.872 | 6.033 | 6.057 | 6.040 |
| Al | 0.111 | 1.439 | 1.846 | 2.275 | 1.795 | 1.578 | 1.470 | 1.261 | 2.130 | 2.083 | 1.140 | 1.684 | 1.538 | 1.676 | 0.249 | 1.193 |
| Fe ³ | 1.710 | 0.623 | 0.224 | 0.090 | 0.326 | 0.466 | 0.658 | 0.736 | 0.125 | 0.092 | 0.886 | 0.419 | 0.589 | 0.291 | 1.694 | 0.767 |
| Ti | 0.023 | 0.014 | 0.022 | 0.000 | 0.029 | 0.023 | 0.021 | 0.021 | 0.010 | 0.017 | 0.009 | 0.021 | 0.021 | 0.012 | 0.017 | 0.024 |
| Fe ² | 0.445 | 0.256 | 0.180 | 0.297 | 0.145 | 0.163 | 0.087 | 0.221 | 0.314 | 0.320 | 0.179 | 0.146 | 0.096 | 0.232 | 0.398 | 0.218 |
| Mn | 0.009 | 0.001 | 0.006 | 0.002 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.005 | 0.007 | 0.012 | 0.005 | 0.001 | 0.008 | 0.008 | 0.015 | 0.002 |
| Mg | 5.611 | 5.715 | 5.800 | 5.798 | 5.847 | 5.775 | 5.905 | 5.713 | 5.744 | 5.674 | 5.816 | 5.851 | 5.922 | 5.816 | 5.532 | 5.734 |
| Ba | 0.002 | 0.005 | 0.020 | 0.153 | 0.000 | 0.003 | 0.003 | 0.000 | 0.071 | 0.052 | 0.005 | 0.004 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.003 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.022 | 0.025 | 0.003 | 0.000 | 0.003 | 0.012 | 0.023 | 0.017 | 0.011 | 0.008 | 0.002 | 0.004 | 0.010 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| Na | 0.012 | 0.004 | 0.014 | 0.014 | 0.020 | 0.007 | 0.001 | 0.028 | 0.008 | 0.018 | 0.019 | 0.013 | 0.023 | 0.000 | 0.030 | 0.024 |
| K | 1.708 | 2.008 | 1.951 | 1.853 | 1.983 | 2.031 | 2.004 | 1.986 | 1.921 | 1.958 | 1.974 | 2.004 | 1.944 | 1.870 | 1.983 | 1.933 |
| F | | 0.172 | 0.317 | 0.397 | 0.305 | 0.275 | 0.220 | 0.174 | 0.173 | 0.339 | 0.216 | 0.225 | 0.220 | | 0.214 | 0.230 |
| Cl | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.003 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| OH | 3.859 | 3.819 | 3.682 | 3.602 | 3.687 | 3.710 | 3.767 | 3.813 | 3.822 | 3.659 | 3.762 | 3.766 | 3.768 | 3.979 | 3.756 | 3.761 |
| Cations | 15.831 | 16.028 | 15.995 | 16.116 | 16.036 | 16.022 | 16.052 | 15.991 | 16.084 | 16.059 | 16.009 | 16.044 | 16.032 | 15.938 | 15.975 | 15.938 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 407D1 | 407D1 | 407D1 | 407D1 | 407D1 | 407D3 | 407D3 | 407D3 | 407D3 | 407D3 | 407D3 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 3a | 4 |
| Posição | B | BC | B | B | B | B | B | BC | BC | BC | B | B | B | BC | BC | C |
| SiO ₂ | 40.49 | 41.20 | 40.20 | 40.75 | 40.69 | 40.73 | 39.85 | 41.38 | 41.29 | 41.06 | 39.96 | 40.54 | 40.75 | 40.69 | 41.95 | 38.43 |
| TiO ₂ | 0.14 | 0.14 | 0.07 | 0.25 | 0.21 | 0.05 | 0.15 | 0.17 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.33 | 0.15 | 0.17 | 0.13 | 0.00 |
| Al ₂ O ₃ | 3.15 | 7.33 | 2.07 | 2.09 | 2.50 | 3.14 | 1.30 | 7.05 | 7.32 | 6.85 | 1.81 | 2.84 | 2.40 | 6.85 | 7.14 | 13.70 |
| Fe ₂ O ₃ | 12.38 | 6.70 | 14.49 | 14.06 | 13.54 | 13.11 | 15.66 | 7.40 | 6.68 | 7.64 | 14.98 | 13.45 | 13.66 | 7.59 | 6.94 | 0.23 |
| FeO | 2.92 | 2.56 | 3.12 | 2.70 | 3.18 | 3.08 | 2.69 | 1.83 | 1.32 | 1.55 | 3.36 | 3.11 | 3.57 | 1.04 | 1.56 | 3.30 |
| MnO | 0.09 | 0.07 | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.05 | 0.08 | 0.06 | 0.11 | 0.07 | 0.08 | 0.02 | 0.05 | 0.05 |
| MgO | 25.07 | 26.17 | 25.11 | 25.23 | 25.02 | 25.59 | 25.02 | 26.62 | 26.70 | 26.61 | 24.95 | 25.25 | 24.86 | 26.77 | 26.98 | 26.11 |
| Na ₂ O | 0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.08 | 0.10 | 0.09 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.04 | 0.09 | 0.06 |
| K ₂ O | 10.27 | 10.22 | 10.28 | 10.20 | 10.28 | 10.34 | 10.42 | 10.72 | 10.77 | 10.82 | 10.25 | 10.07 | 10.28 | 10.44 | 10.46 | 9.88 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 2.88 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.01 |
| H ₂ O | 3.73 | 3.91 | 3.77 | 3.79 | 3.75 | 3.86 | 3.74 | 3.72 | 3.91 | 3.75 | 3.73 | 3.87 | 3.80 | 3.80 | 3.69 | 3.67 |
| F | 0.55 | 0.40 | 0.47 | 0.45 | 0.54 | 0.39 | 0.45 | 0.86 | 0.42 | 0.73 | 0.50 | 0.33 | 0.44 | 0.56 | 0.98 | 0.91 |
| Cl | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 98.86 | 98.82 | 99.81 | 99.84 | 99.93 | 100.49 | 99.58 | 99.87 | 98.72 | 99.24 | 99.83 | 99.95 | 100.19 | 98.03 | 100.01 | 99.23 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.053 | 6.006 | 6.006 | 6.060 | 6.047 | 6.002 | 5.997 | 5.991 | 6.012 | 5.985 | 5.990 | 6.006 | 6.053 | 5.976 | 6.037 | 5.616 |
| Al | 0.554 | 1.259 | 0.365 | 0.366 | 0.438 | 0.544 | 0.231 | 1.203 | 1.256 | 1.177 | 0.319 | 0.495 | 0.420 | 1.185 | 1.211 | 2.359 |
| Fe ³ | 1.393 | 0.735 | 1.629 | 1.574 | 1.514 | 1.454 | 1.773 | 0.806 | 0.732 | 0.838 | 1.690 | 1.499 | 1.527 | 0.839 | 0.752 | 0.026 |
| Ti | 0.016 | 0.015 | 0.008 | 0.028 | 0.024 | 0.005 | 0.017 | 0.018 | 0.007 | 0.011 | 0.008 | 0.036 | 0.017 | 0.018 | 0.014 | 0.000 |
| Fe ² | 0.365 | 0.312 | 0.390 | 0.336 | 0.396 | 0.379 | 0.338 | 0.222 | 0.161 | 0.188 | 0.421 | 0.386 | 0.443 | 0.128 | 0.188 | 0.404 |
| Mn | 0.012 | 0.009 | 0.017 | 0.013 | 0.014 | 0.013 | 0.014 | 0.006 | 0.010 | 0.007 | 0.014 | 0.009 | 0.010 | 0.003 | 0.006 | 0.006 |
| Mg | 5.586 | 5.686 | 5.593 | 5.594 | 5.544 | 5.620 | 5.611 | 5.747 | 5.795 | 5.782 | 5.576 | 5.576 | 5.505 | 5.861 | 5.788 | 5.688 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.165 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.002 | 0.004 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.006 | 0.002 |
| Na | 0.016 | 0.023 | 0.022 | 0.015 | 0.024 | 0.029 | 0.026 | 0.016 | 0.021 | 0.018 | 0.025 | 0.025 | 0.024 | 0.013 | 0.024 | 0.017 |
| K | 1.958 | 1.900 | 1.960 | 1.935 | 1.948 | 1.943 | 2.001 | 1.981 | 2.001 | 2.012 | 1.960 | 1.904 | 1.947 | 1.955 | 1.920 | 1.841 |
| F | 0.260 | 0.186 | 0.220 | 0.212 | 0.256 | 0.183 | 0.216 | 0.394 | 0.193 | 0.336 | 0.238 | 0.156 | 0.208 | 0.261 | 0.444 | 0.420 |
| Cl | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 |
| OH | 3.719 | 3.802 | 3.757 | 3.760 | 3.718 | 3.794 | 3.754 | 3.593 | 3.798 | 3.646 | 3.730 | 3.824 | 3.765 | 3.723 | 3.542 | 3.577 |
| Cations | 15.955 | 15.949 | 15.992 | 15.930 | 15.950 | 15.991 | 16.013 | 15.990 | 16.002 | 16.020 | 16.005 | 15.935 | 15.955 | 15.982 | 15.947 | 16.123 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 5 | 5a | 6 | 6a | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Posição | BC | BC | B | B | B | BC | B | BC | BC | C | C | BC |
| SiO ₂ | 41.32 | 40.82 | 39.72 | 39.96 | 40.65 | 40.65 | 40.42 | 40.25 | 40.22 | 40.47 | 40.60 | 40.43 |
| TiO ₂ | 0.18 | 0.17 | 0.19 | 0.11 | 0.21 | 0.49 | 0.57 | 0.54 | 0.36 | 0.37 | 0.42 | 0.55 |
| Al ₂ O ₃ | 6.97 | 7.05 | 2.18 | 2.09 | 2.82 | 10.78 | 10.63 | 10.68 | 10.44 | 10.28 | 10.65 | 10.47 |
| Fe ₂ O ₃ | 6.44 | 7.14 | 14.04 | 13.83 | 13.08 | 3.00 | 3.44 | 2.53 | 3.72 | 3.30 | 2.74 | 3.25 |
| FeO | 2.77 | 2.16 | 2.62 | 3.57 | 3.24 | 2.81 | 2.27 | 3.01 | 2.57 | 2.69 | 2.93 | 2.47 |
| MnO | 0.04 | 0.04 | 0.11 | 0.08 | 0.13 | 0.07 | 0.03 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.06 |
| MgO | 25.45 | 26.14 | 24.88 | 24.49 | 24.91 | 26.18 | 26.26 | 25.43 | 26.30 | 25.96 | 25.87 | 26.05 |
| Na ₂ O | 0.09 | 0.04 | 0.10 | 0.14 | 0.10 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.07 |
| K ₂ O | 10.46 | 10.38 | 10.17 | 9.79 | 10.36 | 10.72 | 11.02 | 10.77 | 10.96 | 10.80 | 10.81 | 10.60 |
| BaO | 0.03 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 0.46 | 0.18 | 0.23 | 0.20 | 0.23 | 0.55 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| H ₂ O | 3.75 | 3.71 | 3.70 | 3.70 | 3.89 | 3.98 | 3.98 | 4.04 | 3.96 | 3.96 | 3.93 | 4.02 |
| F | 0.66 | 0.77 | 0.50 | 0.50 | 0.26 | 0.38 | 0.37 | 0.13 | 0.38 | 0.34 | 0.42 | 0.24 |
| Cl | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 98.19 | 98.50 | 98.25 | 98.28 | 99.68 | 99.42 | 99.55 | 97.69 | 99.24 | 98.52 | 98.73 | 98.77 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.079 | 5.992 | 6.012 | 6.052 | 6.043 | 5.848 | 5.822 | 5.882 | 5.816 | 5.879 | 5.883 | 5.858 |
| Al | 1.208 | 1.219 | 0.389 | 0.373 | 0.494 | 1.828 | 1.805 | 1.839 | 1.780 | 1.760 | 1.818 | 1.788 |
| Fe ³ | 0.713 | 0.788 | 1.600 | 1.576 | 1.463 | 0.325 | 0.373 | 0.279 | 0.405 | 0.361 | 0.299 | 0.354 |
| Ti | 0.019 | 0.018 | 0.022 | 0.012 | 0.024 | 0.053 | 0.062 | 0.059 | 0.039 | 0.040 | 0.046 | 0.060 |
| Fe ² | 0.341 | 0.266 | 0.331 | 0.452 | 0.402 | 0.338 | 0.274 | 0.368 | 0.310 | 0.327 | 0.355 | 0.300 |
| Mn | 0.005 | 0.004 | 0.014 | 0.011 | 0.016 | 0.008 | 0.004 | 0.007 | 0.007 | 0.010 | 0.008 | 0.007 |
| Mg | 5.581 | 5.720 | 5.615 | 5.529 | 5.520 | 5.615 | 5.639 | 5.540 | 5.669 | 5.622 | 5.588 | 5.626 |
| Ba | 0.001 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.014 | 0.026 | 0.010 | 0.013 | 0.011 | 0.013 | 0.031 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.005 | 0.000 | 0.007 | 0.005 | 0.006 | 0.003 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 |
| Na | 0.026 | 0.011 | 0.030 | 0.040 | 0.029 | 0.022 | 0.019 | 0.023 | 0.016 | 0.018 | 0.017 | 0.020 |
| K | 1.964 | 1.944 | 1.963 | 1.890 | 1.964 | 1.967 | 2.024 | 2.008 | 2.022 | 2.001 | 1.998 | 1.959 |
| F | 0.307 | 0.356 | 0.238 | 0.240 | 0.122 | 0.173 | 0.167 | 0.061 | 0.172 | 0.156 | 0.193 | 0.111 |
| Cl | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| OH | 3.680 | 3.633 | 3.736 | 3.737 | 3.857 | 3.819 | 3.824 | 3.939 | 3.820 | 3.838 | 3.798 | 3.885 |
| Cations | 15.942 | 15.968 | 15.982 | 15.939 | 15.961 | 16.021 | 16.052 | 16.015 | 16.076 | 16.033 | 16.024 | 16.003 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.5D1 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 |
|--------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5A | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Posição | BC | B | BC | C | BC | B | B | B | B | BC | BC | C |
| SiO ₂ | 40.52 | 41.12 | 40.48 | 40.57 | 40.76 | 40.61 | 40.50 | 41.13 | 40.85 | 41.02 | 40.37 | 40.72 |
| TiO ₂ | 0.32 | 0.37 | 0.57 | 0.61 | 0.53 | 0.41 | 0.63 | 0.41 | 0.37 | 0.52 | 0.53 | 0.45 |
| Al ₂ O ₃ | 10.29 | 8.33 | 10.40 | 10.41 | 10.14 | 10.20 | 10.25 | 10.60 | 8.99 | 10.01 | 10.74 | 9.70 |
| Fe ₂ O ₃ | 3.14 | 5.43 | 2.98 | 2.99 | 3.29 | 2.64 | 3.56 | 2.16 | 4.74 | 3.74 | 2.93 | 4.13 |
| FeO | 2.10 | 2.47 | 3.18 | 2.89 | 2.93 | 3.01 | 2.33 | 3.52 | 2.03 | 2.24 | 3.40 | 2.20 |
| MnO | 0.05 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.04 | 0.05 | 0.09 | 0.09 | 0.09 |
| MgO | 26.28 | 26.02 | 25.58 | 25.74 | 25.86 | 25.59 | 26.18 | 25.46 | 26.32 | 26.42 | 25.59 | 26.24 |
| Na ₂ O | 0.06 | 0.06 | 0.09 | 0.08 | 0.10 | 0.11 | 0.08 | 0.12 | 0.09 | 0.08 | 0.12 | 0.09 |
| K ₂ O | 10.86 | 10.41 | 10.34 | 10.39 | 10.21 | 10.04 | 10.44 | 10.55 | 10.47 | 10.59 | 10.60 | 10.52 |
| BaO | 0.23 | 0.08 | 0.30 | 0.32 | 0.31 | 0.33 | 0.32 | 0.22 | 0.20 | 0.31 | 0.32 | 0.55 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| H ₂ O | 4.03 | 4.03 | 3.91 | 4.00 | 4.04 | 3.95 | 3.94 | 4.00 | 3.94 | 3.93 | 3.93 | 3.97 |
| F | 0.17 | 0.17 | 0.42 | 0.26 | 0.20 | 0.28 | 0.41 | 0.29 | 0.36 | 0.48 | 0.43 | 0.34 |
| Cl | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| Total | 98.07 | 98.63 | 98.33 | 98.32 | 98.44 | 97.25 | 98.72 | 98.52 | 98.45 | 99.44 | 99.05 | 99.02 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.893 | 5.978 | 5.890 | 5.892 | 5.910 | 5.949 | 5.863 | 5.956 | 5.940 | 5.898 | 5.847 | 5.896 |
| Al | 1.764 | 1.428 | 1.784 | 1.781 | 1.732 | 1.760 | 1.749 | 1.808 | 1.541 | 1.697 | 1.834 | 1.654 |
| Fe ³ | 0.344 | 0.594 | 0.326 | 0.327 | 0.359 | 0.291 | 0.388 | 0.236 | 0.519 | 0.405 | 0.319 | 0.450 |
| Ti | 0.035 | 0.040 | 0.062 | 0.066 | 0.057 | 0.045 | 0.068 | 0.045 | 0.041 | 0.056 | 0.057 | 0.049 |
| Fe ² | 0.255 | 0.300 | 0.387 | 0.350 | 0.355 | 0.369 | 0.282 | 0.427 | 0.247 | 0.269 | 0.412 | 0.266 |
| Mn | 0.006 | 0.011 | 0.009 | 0.008 | 0.007 | 0.009 | 0.012 | 0.005 | 0.007 | 0.011 | 0.011 | 0.011 |
| Mg | 5.698 | 5.639 | 5.548 | 5.573 | 5.589 | 5.587 | 5.650 | 5.497 | 5.704 | 5.663 | 5.525 | 5.663 |
| Ba | 0.013 | 0.005 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.019 | 0.018 | 0.012 | 0.012 | 0.017 | 0.018 | 0.031 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 |
| Na | 0.016 | 0.018 | 0.025 | 0.022 | 0.028 | 0.030 | 0.022 | 0.034 | 0.026 | 0.023 | 0.035 | 0.026 |
| K | 2.015 | 1.931 | 1.919 | 1.925 | 1.889 | 1.877 | 1.927 | 1.950 | 1.943 | 1.943 | 1.959 | 1.943 |
| F | 0.080 | 0.078 | 0.194 | 0.120 | 0.089 | 0.131 | 0.185 | 0.133 | 0.165 | 0.219 | 0.197 | 0.156 |
| Cl | 0.003 | 0.001 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.004 | 0.002 | 0.001 | 0.000 |
| OH | 3.909 | 3.908 | 3.795 | 3.875 | 3.907 | 3.860 | 3.805 | 3.864 | 3.821 | 3.769 | 3.797 | 3.834 |
| Cations | 16.038 | 15.951 | 15.968 | 15.964 | 15.948 | 15.938 | 15.980 | 15.969 | 15.979 | 15.982 | 16.018 | 15.993 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.7 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 6 | 1 | 2 | 3 | 3a | 4 | 4a | 5 | 6 | 7 | 7a | 8 | 8a | 8b |
| Posição | B | B | BC1 | BC1 | BC | BC | BC | C | C | BC | BC | BC | BC | BC |
| SiO ₂ | 40.96 | 40.55 | 40.26 | 40.02 | 40.42 | 41.37 | 40.84 | 40.79 | 40.50 | 40.14 | 40.70 | 40.23 | 40.07 | 39.88 |
| TiO ₂ | 0.39 | 0.74 | 0.61 | 0.69 | 0.74 | 0.70 | 0.67 | 0.59 | 0.66 | 0.68 | 0.63 | 0.75 | 0.66 | 0.67 |
| Al ₂ O ₃ | 8.73 | 13.47 | 12.53 | 12.73 | 13.90 | 12.37 | 12.41 | 12.49 | 12.34 | 12.06 | 12.12 | 12.37 | 12.30 | 11.93 |
| Fe ₂ O ₃ | 5.07 | 0.06 | 0.66 | 0.61 | | 1.11 | 0.42 | 1.09 | 0.78 | 0.98 | 0.94 | 0.43 | 0.91 | 1.40 |
| FeO | 2.05 | 4.47 | 4.11 | 4.32 | 4.40 | 4.20 | 4.96 | 4.06 | 4.31 | 4.06 | 4.25 | 4.82 | 4.22 | 3.81 |
| MnO | 0.11 | 0.08 | 0.09 | 0.07 | 0.10 | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.07 | 0.12 | 0.05 | 0.04 | 0.07 |
| MgO | 26.21 | 25.79 | 25.43 | 25.16 | 24.87 | 25.96 | 24.89 | 25.96 | 25.25 | 25.24 | 25.36 | 24.63 | 25.22 | 25.33 |
| Na ₂ O | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.56 | 10.34 | 10.40 | 10.66 | 10.36 | 10.60 | 10.62 | 10.60 | 10.70 | 10.34 | 10.49 | 10.52 | 10.38 | 10.25 |
| BaO | 0.14 | 0.83 | 0.74 | 0.88 | 0.99 | 0.63 | 0.60 | 0.61 | 0.49 | 0.34 | 0.50 | 0.50 | 0.70 | 0.74 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 |
| H ₂ O | 3.98 | 4.23 | 4.14 | 4.15 | 4.20 | 4.25 | 4.17 | 4.21 | 4.15 | 4.12 | 4.15 | 4.13 | 4.12 | 4.11 |
| F | 0.28 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.06 | 0.00 |
| Total | 98.63 | 100.57 | 99.06 | 99.30 | 100.00 | 101.29 | 99.66 | 100.51 | 99.29 | 98.02 | 99.32 | 98.40 | 98.69 | 98.20 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.951 | 5.745 | 5.802 | 5.770 | 5.761 | 5.828 | 5.857 | 5.793 | 5.824 | 5.829 | 5.847 | 5.838 | 5.801 | 5.801 |
| Al | 1.495 | 2.249 | 2.127 | 2.163 | 2.335 | 2.054 | 2.097 | 2.090 | 2.091 | 2.064 | 2.052 | 2.115 | 2.099 | 2.045 |
| Fe ³ | 0.554 | 0.007 | 0.071 | 0.067 | 0.000 | 0.118 | 0.046 | 0.117 | 0.085 | 0.107 | 0.102 | 0.047 | 0.100 | 0.154 |
| Ti | 0.043 | 0.079 | 0.066 | 0.075 | 0.079 | 0.074 | 0.072 | 0.063 | 0.071 | 0.074 | 0.068 | 0.082 | 0.072 | 0.073 |
| Fe ² | 0.250 | 0.530 | 0.496 | 0.520 | 0.524 | 0.495 | 0.595 | 0.482 | 0.518 | 0.493 | 0.511 | 0.584 | 0.511 | 0.463 |
| Mn | 0.013 | 0.009 | 0.011 | 0.009 | 0.012 | 0.006 | 0.008 | 0.010 | 0.010 | 0.009 | 0.014 | 0.006 | 0.004 | 0.008 |
| Mg | 5.676 | 5.447 | 5.463 | 5.409 | 5.285 | 5.451 | 5.321 | 5.495 | 5.413 | 5.463 | 5.431 | 5.328 | 5.443 | 5.494 |
| Ba | 0.008 | 0.046 | 0.041 | 0.050 | 0.055 | 0.035 | 0.034 | 0.034 | 0.027 | 0.019 | 0.028 | 0.029 | 0.039 | 0.042 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.006 | 0.002 | 0.004 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.003 | 0.002 |
| Na | 0.028 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.957 | 1.870 | 1.912 | 1.960 | 1.883 | 1.904 | 1.943 | 1.921 | 1.963 | 1.916 | 1.922 | 1.947 | 1.918 | 1.901 |
| F | 0.130 | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.001 | 0.000 | 0.018 | 0.006 | 0.010 | 0.001 | 0.002 | 0.006 | 0.010 | 0.000 | 0.016 | 0.000 | 0.015 | 0.001 |
| OH | 3.857 | 4.000 | 3.974 | 3.988 | 3.989 | 3.989 | 3.993 | 3.984 | 3.982 | 3.991 | 3.974 | 3.996 | 3.975 | 3.986 |
| Cations | 15.980 | 15.983 | 15.993 | 16.023 | 15.934 | 15.970 | 15.973 | 16.006 | 16.002 | 15.974 | 15.975 | 15.975 | 15.992 | 15.984 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 8c | 9 | 9a | 9b | 10 | 10a | 10b | 1 | 1a | 1b | 1c | 2 | 3 | 4 | 4a |
| Posição | BC | BC | BC | BC | B | B | B | B | B | B | B | BC | C | C | C |
| SiO ₂ | 40.21 | 39.98 | 39.31 | 39.27 | 38.43 | 38.82 | 41.83 | 40.47 | 40.55 | 39.43 | 38.62 | 38.80 | 38.66 | 37.98 | 38.59 |
| TiO ₂ | 0.74 | 0.78 | 0.78 | 0.79 | 0.79 | 0.75 | 0.43 | 0.39 | 0.61 | 0.74 | 0.64 | 0.77 | 0.82 | 0.74 | 0.77 |
| Al ₂ O ₃ | 12.34 | 13.22 | 13.09 | 13.22 | 13.59 | 13.03 | 11.02 | 11.31 | 11.59 | 13.16 | 12.13 | 14.50 | 14.50 | 14.38 | 14.78 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.87 | 1.07 | | 0.53 | | 0.17 | 2.06 | 1.30 | 1.52 | | 0.89 | | | | |
| FeO | 4.19 | 4.26 | 4.92 | 4.66 | 4.88 | 4.73 | 2.90 | 3.09 | 2.90 | 4.32 | 4.08 | 3.87 | 3.98 | 4.09 | 4.33 |
| MnO | 0.12 | 0.10 | 0.05 | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.10 | 0.12 | 0.07 | 0.11 | 0.06 | 0.01 |
| MgO | 25.14 | 25.88 | 24.28 | 25.06 | 24.48 | 24.43 | 26.44 | 25.68 | 26.09 | 24.78 | 24.51 | 25.29 | 25.25 | 24.57 | 24.38 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.65 | 10.35 | 10.24 | 10.20 | 10.15 | 10.06 | 10.63 | 10.26 | 9.98 | 10.24 | 10.17 | 10.24 | 10.13 | 10.04 | 10.20 |
| BaO | 0.52 | 1.27 | 1.12 | 1.06 | 1.00 | 1.19 | 0.70 | 0.56 | 0.50 | 0.94 | 0.49 | 2.08 | 1.53 | 1.55 | 2.05 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.02 |
| H ₂ O | 4.14 | 4.20 | 4.09 | 4.12 | 4.08 | 4.07 | 4.19 | 4.09 | 4.13 | 4.11 | 4.01 | 4.16 | 4.14 | 4.07 | 4.13 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.03 | 0.07 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.02 |
| Total | 98.94 | 101.19 | 97.90 | 99.07 | 97.48 | 97.34 | 100.32 | 97.22 | 98.05 | 97.83 | 95.67 | 99.78 | 99.17 | 97.59 | 99.28 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.805 | 5.674 | 5.756 | 5.686 | 5.653 | 5.719 | 5.937 | 5.910 | 5.861 | 5.753 | 5.766 | 5.589 | 5.583 | 5.583 | 5.594 |
| Al | 2.100 | 2.212 | 2.258 | 2.256 | 2.355 | 2.262 | 1.843 | 1.947 | 1.974 | 2.263 | 2.134 | 2.462 | 2.469 | 2.491 | 2.525 |
| Fe ³ | 0.095 | 0.114 | 0.000 | 0.058 | 0.000 | 0.019 | 0.220 | 0.143 | 0.165 | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.081 | 0.084 | 0.086 | 0.086 | 0.087 | 0.083 | 0.045 | 0.043 | 0.066 | 0.081 | 0.072 | 0.083 | 0.089 | 0.082 | 0.084 |
| Fe ² | 0.506 | 0.505 | 0.603 | 0.564 | 0.600 | 0.583 | 0.345 | 0.378 | 0.350 | 0.527 | 0.509 | 0.466 | 0.480 | 0.503 | 0.525 |
| Mn | 0.014 | 0.012 | 0.007 | 0.013 | 0.011 | 0.013 | 0.004 | 0.008 | 0.008 | 0.013 | 0.015 | 0.008 | 0.014 | 0.008 | 0.001 |
| Mg | 5.410 | 5.475 | 5.299 | 5.409 | 5.367 | 5.365 | 5.596 | 5.591 | 5.622 | 5.390 | 5.454 | 5.431 | 5.437 | 5.384 | 5.268 |
| Ba | 0.029 | 0.071 | 0.064 | 0.060 | 0.058 | 0.069 | 0.039 | 0.032 | 0.028 | 0.054 | 0.029 | 0.117 | 0.087 | 0.089 | 0.116 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.017 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.003 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.961 | 1.873 | 1.913 | 1.883 | 1.904 | 1.891 | 1.926 | 1.912 | 1.840 | 1.906 | 1.937 | 1.881 | 1.867 | 1.882 | 1.886 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.007 | 0.016 | 0.004 | 0.012 | 0.001 | 0.000 | 0.014 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.007 | 0.012 | 0.006 |
| OH | 3.985 | 3.973 | 3.995 | 3.981 | 3.999 | 3.998 | 3.965 | 3.988 | 3.984 | 4.000 | 3.989 | 3.998 | 3.991 | 3.987 | 3.993 |
| Cations | 16.002 | 16.021 | 15.986 | 16.016 | 16.035 | 16.004 | 15.959 | 15.964 | 15.931 | 15.987 | 16.018 | 16.038 | 16.027 | 16.031 | 16.002 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 5 | 6 | 6a | 6b | 7 | 7a | 1 | 2 | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 7a | 8 |
| Posição | BC | BC | BC | BC | B | B | B | BC | BC | C | C | B | C | BC | BC |
| SiO ₂ | 39.05 | 38.69 | 38.31 | 38.59 | 36.36 | 37.39 | 39.29 | 39.10 | 38.17 | 37.33 | 36.78 | 37.20 | 37.21 | 36.85 | 37.11 |
| TiO ₂ | 0.75 | 0.77 | 0.76 | 0.74 | 1.22 | 1.13 | 0.81 | 0.81 | 0.89 | 0.96 | 0.96 | 0.98 | 0.89 | 1.14 | 0.99 |
| Al ₂ O ₃ | 14.56 | 14.13 | 14.27 | 14.35 | 14.78 | 14.57 | 14.03 | 13.83 | 14.57 | 14.71 | 14.65 | 15.24 | 14.31 | 13.59 | 14.64 |
| Fe ₂ O ₃ | | | | | | | | | | | | | | 0.81 | |
| FeO | 4.18 | 4.13 | 4.03 | 4.26 | 5.20 | 5.32 | 4.68 | 5.36 | 5.30 | 4.68 | 4.59 | 5.13 | 5.47 | 4.98 | 5.41 |
| MnO | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 0.10 | 0.12 | 0.06 | 0.02 | 0.13 | 0.12 |
| MgO | 24.51 | 24.90 | 24.41 | 24.09 | 23.61 | 23.51 | 25.12 | 23.78 | 23.80 | 23.72 | 22.87 | 23.38 | 23.63 | 23.67 | 22.59 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.04 | 10.21 | 10.01 | 10.30 | 9.42 | 9.51 | 10.36 | 10.50 | 10.01 | 9.87 | 9.93 | 9.66 | 9.87 | 9.57 | 9.75 |
| BaO | 1.56 | 1.75 | 1.68 | 1.24 | 3.59 | 2.70 | 1.57 | 1.29 | 1.89 | 2.22 | 2.22 | 2.54 | 2.06 | 2.67 | 2.24 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 |
| H ₂ O | 4.15 | 4.13 | 4.08 | 4.09 | 4.02 | 4.05 | 4.17 | 4.12 | 4.10 | 4.05 | 3.97 | 4.05 | 4.03 | 4.00 | 4.01 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 98.92 | 98.77 | 97.63 | 97.75 | 98.30 | 98.30 | 100.14 | 98.83 | 98.81 | 97.68 | 96.10 | 98.29 | 97.50 | 97.44 | 96.87 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.647 | 5.624 | 5.624 | 5.650 | 5.415 | 5.523 | 5.640 | 5.696 | 5.578 | 5.525 | 5.538 | 5.487 | 5.531 | 5.513 | 5.553 |
| Al | 2.481 | 2.421 | 2.469 | 2.477 | 2.594 | 2.537 | 2.374 | 2.374 | 2.510 | 2.566 | 2.599 | 2.648 | 2.508 | 2.396 | 2.582 |
| Fe ³ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.091 | 0.000 |
| Ti | 0.082 | 0.084 | 0.083 | 0.081 | 0.136 | 0.126 | 0.088 | 0.089 | 0.098 | 0.107 | 0.108 | 0.109 | 0.100 | 0.128 | 0.111 |
| Fe ² | 0.505 | 0.503 | 0.495 | 0.522 | 0.648 | 0.657 | 0.562 | 0.653 | 0.648 | 0.579 | 0.578 | 0.633 | 0.681 | 0.623 | 0.677 |
| Mn | 0.009 | 0.010 | 0.009 | 0.009 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.006 | 0.008 | 0.013 | 0.015 | 0.007 | 0.002 | 0.016 | 0.016 |
| Mg | 5.284 | 5.396 | 5.343 | 5.257 | 5.241 | 5.176 | 5.375 | 5.163 | 5.185 | 5.233 | 5.133 | 5.140 | 5.237 | 5.277 | 5.040 |
| Ba | 0.089 | 0.100 | 0.097 | 0.071 | 0.210 | 0.156 | 0.088 | 0.074 | 0.108 | 0.128 | 0.131 | 0.147 | 0.120 | 0.156 | 0.132 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.003 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.852 | 1.893 | 1.874 | 1.924 | 1.790 | 1.791 | 1.898 | 1.951 | 1.867 | 1.863 | 1.907 | 1.818 | 1.872 | 1.826 | 1.861 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.003 | 0.006 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.010 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| OH | 3.999 | 4.000 | 3.999 | 3.995 | 3.996 | 3.993 | 3.995 | 4.000 | 4.000 | 3.997 | 3.989 | 3.987 | 3.999 | 3.992 | 4.000 |
| Cations | 15.956 | 16.028 | 15.995 | 15.992 | 16.047 | 15.978 | 16.035 | 16.004 | 16.002 | 16.017 | 16.008 | 15.989 | 16.051 | 16.033 | 15.975 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 8a | 9 | 9a | 1 | 1a | 2 | 3 | 3a | 3b | 4 | 5 | 5a |
| Posição | BC | B | B | B | B | BC | BC | BC | BC | BC | C | C |
| SiO ₂ | 37.08 | 38.17 | 39.74 | 42.53 | 41.37 | 38.77 | 39.04 | 38.90 | 39.11 | 38.86 | 38.59 | 39.09 |
| TiO ₂ | 0.93 | 0.70 | 0.60 | 0.39 | 0.41 | 0.95 | 0.76 | 0.76 | 0.79 | 0.84 | 0.83 | 0.79 |
| Al ₂ O ₃ | 14.64 | 10.43 | 11.01 | 10.59 | 11.16 | 13.81 | 13.47 | 13.73 | 13.84 | 13.54 | 13.64 | 13.66 |
| Fe ₂ O ₃ | | 3.22 | 2.63 | 2.88 | 1.31 | | 0.36 | | | | | |
| FeO | 5.59 | 2.66 | 3.04 | 1.65 | 2.65 | 4.54 | 4.33 | 4.33 | 4.52 | 4.41 | 4.31 | 4.20 |
| MnO | 0.09 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.10 | 0.07 | 0.08 | 0.11 | 0.10 |
| MgO | 23.17 | 24.88 | 25.57 | 27.54 | 26.09 | 24.57 | 25.12 | 24.51 | 24.39 | 24.75 | 24.24 | 25.10 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.74 | 9.65 | 10.43 | 10.95 | 10.67 | 10.18 | 10.41 | 10.24 | 10.23 | 10.28 | 10.22 | 10.14 |
| BaO | 2.12 | 1.27 | 0.67 | 0.49 | 0.44 | 1.57 | 1.49 | 1.13 | 1.19 | 1.23 | 1.24 | 1.30 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 |
| H ₂ O | 4.03 | 3.93 | 4.08 | 4.26 | 4.15 | 4.11 | 4.13 | 4.10 | 4.11 | 4.09 | 4.07 | 4.13 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 97.41 | 95.02 | 97.86 | 101.42 | 98.30 | 98.64 | 99.17 | 97.82 | 98.26 | 98.14 | 97.28 | 98.50 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.520 | 5.775 | 5.813 | 5.950 | 5.962 | 5.649 | 5.660 | 5.689 | 5.696 | 5.676 | 5.682 | 5.677 |
| Al | 2.569 | 1.859 | 1.898 | 1.746 | 1.896 | 2.371 | 2.301 | 2.366 | 2.375 | 2.331 | 2.366 | 2.337 |
| Fe ³ | 0.000 | 0.366 | 0.289 | 0.304 | 0.142 | 0.000 | 0.039 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.104 | 0.079 | 0.066 | 0.041 | 0.044 | 0.104 | 0.083 | 0.084 | 0.086 | 0.093 | 0.092 | 0.086 |
| Fe ² | 0.696 | 0.337 | 0.371 | 0.193 | 0.320 | 0.553 | 0.524 | 0.530 | 0.550 | 0.538 | 0.531 | 0.510 |
| Mn | 0.012 | 0.006 | 0.011 | 0.005 | 0.006 | 0.009 | 0.007 | 0.013 | 0.009 | 0.010 | 0.014 | 0.012 |
| Mg | 5.141 | 5.612 | 5.576 | 5.745 | 5.604 | 5.337 | 5.428 | 5.343 | 5.296 | 5.389 | 5.322 | 5.434 |
| Ba | 0.124 | 0.076 | 0.038 | 0.027 | 0.025 | 0.090 | 0.085 | 0.065 | 0.068 | 0.070 | 0.071 | 0.074 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.001 | 0.009 | 0.004 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.849 | 1.862 | 1.946 | 1.954 | 1.963 | 1.891 | 1.926 | 1.911 | 1.901 | 1.916 | 1.920 | 1.878 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.005 | 0.002 | 0.012 | 0.000 | 0.001 |
| OH | 3.999 | 3.963 | 3.976 | 3.975 | 3.988 | 3.990 | 3.996 | 3.995 | 3.997 | 3.987 | 3.999 | 3.998 |
| Cations | 16.016 | 15.981 | 16.012 | 15.974 | 15.962 | 16.007 | 16.052 | 16.000 | 15.981 | 16.024 | 16.003 | 16.007 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 6 | 6a | 7 | 7a | 7b | 1 | 1a | 1b | 1c | 1d | 1e | 1f |
| Posição | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B |
| SiO ₂ | 38.11 | 38.16 | 37.68 | 38.12 | 38.89 | 41.28 | 39.01 | 39.24 | 41.08 | 40.64 | 40.70 | 37.01 |
| TiO ₂ | 1.18 | 1.30 | 0.99 | 1.04 | 0.92 | 0.32 | 0.82 | 0.65 | 0.30 | 0.25 | 0.29 | 0.97 |
| Al ₂ O ₃ | 13.67 | 13.77 | 13.48 | 13.78 | 13.26 | 8.62 | 11.72 | 9.88 | 8.75 | 8.79 | 9.02 | 14.96 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.23 | | 0.16 | | 0.75 | 4.61 | 1.92 | 4.40 | 4.20 | 3.72 | 3.96 | |
| FeO | 4.25 | 4.73 | 4.79 | 5.03 | 4.35 | 2.80 | 3.76 | 1.91 | 2.48 | 2.46 | 2.18 | 5.67 |
| MnO | 0.11 | 0.11 | 0.05 | 0.09 | 0.08 | 0.05 | 0.13 | 0.06 | 0.09 | 0.01 | 0.03 | 0.11 |
| MgO | 24.52 | 23.95 | 24.01 | 23.98 | 25.09 | 25.84 | 24.82 | 25.89 | 25.82 | 25.44 | 26.00 | 22.59 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.91 | 9.88 | 9.76 | 9.66 | 9.76 | 10.35 | 9.94 | 10.00 | 10.39 | 10.27 | 10.27 | 9.51 |
| BaO | 1.64 | 2.11 | 1.71 | 1.81 | 1.64 | 0.37 | 1.33 | 1.72 | 0.08 | 0.33 | 0.19 | 2.33 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| H ₂ O | 4.06 | 4.07 | 4.02 | 4.07 | 4.12 | 4.07 | 4.05 | 4.02 | 4.05 | 3.99 | 4.03 | 4.02 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 |
| Total | 97.74 | 98.10 | 96.69 | 97.64 | 98.94 | 98.35 | 97.57 | 97.77 | 97.25 | 95.93 | 96.71 | 97.16 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.605 | 5.615 | 5.615 | 5.624 | 5.648 | 6.014 | 5.751 | 5.792 | 6.025 | 6.043 | 5.994 | 5.524 |
| Al | 2.369 | 2.388 | 2.368 | 2.395 | 2.270 | 1.481 | 2.036 | 1.719 | 1.512 | 1.541 | 1.566 | 2.631 |
| Fe ³ | 0.026 | 0.000 | 0.018 | 0.000 | 0.082 | 0.505 | 0.213 | 0.489 | 0.463 | 0.416 | 0.439 | 0.000 |
| Ti | 0.131 | 0.144 | 0.111 | 0.115 | 0.101 | 0.035 | 0.090 | 0.072 | 0.034 | 0.028 | 0.032 | 0.108 |
| Fe ² | 0.523 | 0.582 | 0.597 | 0.620 | 0.528 | 0.342 | 0.464 | 0.236 | 0.305 | 0.305 | 0.268 | 0.708 |
| Mn | 0.014 | 0.013 | 0.006 | 0.011 | 0.010 | 0.007 | 0.016 | 0.007 | 0.011 | 0.002 | 0.003 | 0.014 |
| Mg | 5.375 | 5.254 | 5.334 | 5.274 | 5.430 | 5.612 | 5.455 | 5.696 | 5.645 | 5.639 | 5.709 | 5.025 |
| Ba | 0.095 | 0.122 | 0.100 | 0.105 | 0.093 | 0.021 | 0.077 | 0.099 | 0.004 | 0.019 | 0.011 | 0.136 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.002 | 0.002 | 0.007 | 0.010 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.859 | 1.855 | 1.855 | 1.818 | 1.808 | 1.924 | 1.870 | 1.883 | 1.944 | 1.949 | 1.929 | 1.810 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.012 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.007 | 0.000 |
| OH | 3.984 | 3.997 | 3.997 | 4.000 | 3.993 | 3.951 | 3.982 | 3.959 | 3.961 | 3.959 | 3.955 | 4.000 |
| Cations | 15.998 | 15.975 | 16.010 | 15.972 | 15.983 | 15.941 | 15.978 | 15.994 | 15.945 | 15.942 | 15.953 | 15.957 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Ponto | 1g | 2 | 2a | 2b | 3 | 4 | 5 | 5a | 5b | 1 | 2 | 2a |
| Posição | B | C | C | C | C | BC | B | B | B | B | C | C |
| SiO ₂ | 37.02 | 37.66 | 37.71 | 37.94 | 38.41 | 40.89 | 38.22 | 38.27 | 38.46 | 41.09 | 38.34 | 39.00 |
| TiO ₂ | 0.89 | 0.80 | 0.82 | 0.82 | 0.83 | 0.49 | 0.82 | 1.01 | 0.93 | 0.39 | 0.78 | 0.79 |
| Al ₂ O ₃ | 15.24 | 14.19 | 13.98 | 14.32 | 14.10 | 11.95 | 12.89 | 11.87 | 12.54 | 10.77 | 12.44 | 12.71 |
| Fe ₂ O ₃ | | | | | | 1.67 | 0.82 | 2.63 | 1.58 | 2.53 | 0.63 | 0.64 |
| FeO | 5.60 | 5.45 | 5.47 | 5.74 | 5.64 | 3.26 | 4.69 | 3.42 | 4.49 | 2.60 | 4.07 | 4.21 |
| MnO | 0.10 | 0.12 | 0.13 | 0.05 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.04 | 0.10 |
| MgO | 23.62 | 23.86 | 22.94 | 23.67 | 23.47 | 26.52 | 24.30 | 25.11 | 24.58 | 26.48 | 24.24 | 24.76 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.61 | 9.87 | 9.64 | 9.93 | 9.91 | 10.40 | 10.07 | 9.79 | 9.89 | 10.42 | 10.17 | 10.13 |
| BaO | 2.85 | 1.62 | 1.68 | 1.97 | 1.82 | 0.50 | 1.51 | 1.56 | 1.72 | 0.32 | 1.11 | 1.00 |
| SrO | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.02 |
| H ₂ O | 4.08 | 4.05 | 4.00 | 4.08 | 4.08 | 4.20 | 4.04 | 4.03 | 4.06 | 4.14 | 4.00 | 4.07 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.01 |
| Total | 99.07 | 97.61 | 96.39 | 98.54 | 98.31 | 99.94 | 97.45 | 97.81 | 98.36 | 98.92 | 95.86 | 97.45 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.444 | 5.570 | 5.642 | 5.577 | 5.642 | 5.818 | 5.659 | 5.645 | 5.653 | 5.903 | 5.736 | 5.729 |
| Al | 2.642 | 2.473 | 2.465 | 2.481 | 2.440 | 2.004 | 2.249 | 2.063 | 2.172 | 1.824 | 2.193 | 2.200 |
| Fe ³ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.179 | 0.092 | 0.292 | 0.175 | 0.273 | 0.071 | 0.071 |
| Ti | 0.098 | 0.088 | 0.092 | 0.091 | 0.091 | 0.052 | 0.092 | 0.112 | 0.103 | 0.042 | 0.088 | 0.087 |
| Fe ² | 0.689 | 0.674 | 0.684 | 0.706 | 0.693 | 0.388 | 0.581 | 0.422 | 0.552 | 0.313 | 0.510 | 0.518 |
| Mn | 0.013 | 0.015 | 0.016 | 0.007 | 0.007 | 0.009 | 0.009 | 0.009 | 0.010 | 0.011 | 0.005 | 0.013 |
| Mg | 5.179 | 5.260 | 5.117 | 5.185 | 5.139 | 5.625 | 5.363 | 5.522 | 5.387 | 5.671 | 5.407 | 5.423 |
| Ba | 0.164 | 0.094 | 0.098 | 0.113 | 0.105 | 0.028 | 0.087 | 0.090 | 0.099 | 0.018 | 0.065 | 0.058 |
| Sr | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.007 | 0.002 | 0.003 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.803 | 1.862 | 1.840 | 1.862 | 1.856 | 1.888 | 1.902 | 1.841 | 1.855 | 1.910 | 1.941 | 1.899 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.004 | 0.009 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.002 |
| OH | 4.000 | 3.999 | 3.993 | 4.000 | 3.999 | 3.984 | 3.988 | 3.965 | 3.977 | 3.970 | 3.987 | 3.991 |
| Cations | 16.038 | 16.036 | 15.954 | 16.023 | 15.974 | 15.990 | 16.034 | 15.999 | 16.006 | 15.973 | 16.018 | 16.000 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 2b | 2c | 3 | 3a | 3b | 1 | 1a | 1b | 1c | 2 | 2a | 2b |
| Posição | C | C | B | B | B | B | B | B | B | C | C | C |
| SiO ₂ | 38.88 | 40.12 | 39.18 | 39.46 | 39.92 | 41.17 | 40.84 | 38.33 | 38.65 | 37.94 | 37.55 | 38.39 |
| TiO ₂ | 0.79 | 0.75 | 0.86 | 0.84 | 0.75 | 0.28 | 0.38 | 0.95 | 0.93 | 0.97 | 0.97 | 0.96 |
| Al ₂ O ₃ | 13.13 | 12.73 | 12.71 | 12.05 | 12.59 | 10.74 | 10.62 | 13.57 | 13.37 | 13.68 | 12.86 | 13.22 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.04 | 0.13 | 0.79 | 1.47 | 0.76 | 1.60 | 2.13 | 0.10 | 0.46 | 0.27 | 0.95 | 0.46 |
| FeO | 4.66 | 4.42 | 4.37 | 3.29 | 3.87 | 3.20 | 3.05 | 4.80 | 4.61 | 4.99 | 4.19 | 4.68 |
| MnO | 0.10 | 0.14 | 0.03 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.14 | 0.08 | 0.11 | 0.09 | 0.13 | 0.02 |
| MgO | 24.53 | 24.90 | 24.89 | 25.34 | 25.42 | 25.62 | 25.83 | 24.38 | 24.74 | 24.28 | 24.08 | 24.49 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 10.03 | 10.33 | 9.98 | 10.21 | 10.14 | 10.58 | 10.05 | 9.95 | 9.95 | 9.81 | 9.75 | 9.87 |
| BaO | 1.08 | 0.78 | 1.12 | 0.90 | 1.12 | 0.36 | 0.44 | 1.63 | 1.43 | 1.80 | 1.74 | 1.36 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 |
| H ₂ O | 4.07 | 4.14 | 4.10 | 4.09 | 4.14 | 4.11 | 4.10 | 4.08 | 4.10 | 4.06 | 4.00 | 4.07 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 97.33 | 98.44 | 98.01 | 97.81 | 98.77 | 97.75 | 97.59 | 97.86 | 98.37 | 97.90 | 96.38 | 97.54 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.719 | 5.813 | 5.725 | 5.764 | 5.772 | 5.984 | 5.944 | 5.637 | 5.647 | 5.593 | 5.623 | 5.653 |
| Al | 2.276 | 2.173 | 2.189 | 2.075 | 2.146 | 1.841 | 1.822 | 2.352 | 2.303 | 2.377 | 2.270 | 2.295 |
| Fe ³ | 0.005 | 0.014 | 0.086 | 0.161 | 0.082 | 0.175 | 0.234 | 0.011 | 0.051 | 0.030 | 0.107 | 0.051 |
| Ti | 0.087 | 0.082 | 0.094 | 0.092 | 0.081 | 0.031 | 0.042 | 0.105 | 0.103 | 0.108 | 0.109 | 0.107 |
| Fe ² | 0.573 | 0.535 | 0.533 | 0.402 | 0.468 | 0.390 | 0.372 | 0.590 | 0.564 | 0.615 | 0.525 | 0.577 |
| Mn | 0.013 | 0.017 | 0.004 | 0.015 | 0.008 | 0.007 | 0.017 | 0.010 | 0.013 | 0.011 | 0.016 | 0.003 |
| Mg | 5.378 | 5.379 | 5.421 | 5.518 | 5.480 | 5.552 | 5.605 | 5.344 | 5.388 | 5.336 | 5.375 | 5.377 |
| Ba | 0.062 | 0.044 | 0.064 | 0.051 | 0.063 | 0.020 | 0.025 | 0.094 | 0.082 | 0.104 | 0.102 | 0.079 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.026 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.883 | 1.910 | 1.860 | 1.902 | 1.871 | 1.962 | 1.866 | 1.867 | 1.854 | 1.846 | 1.862 | 1.855 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.007 | 0.002 | 0.000 | 0.006 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.004 | 0.004 | 0.000 | 0.000 |
| OH | 3.992 | 3.996 | 3.992 | 3.980 | 3.991 | 3.985 | 3.978 | 3.998 | 3.991 | 3.993 | 3.991 | 3.995 |
| Cations | 15.995 | 15.967 | 15.977 | 15.984 | 15.972 | 15.966 | 15.929 | 16.010 | 16.004 | 16.020 | 16.015 | 15.997 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | SF102.4D2 | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65A |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Ponto | 2c | 2d | 2e | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| Posição | C | C | C | C | C | C | B | | | | | |
| SiO ₂ | 38.48 | 39.10 | 38.70 | 38.50 | 38.56 | 40.99 | 41.78 | 41.22 | 41.46 | 41.13 | 41.12 | 41.33 |
| TiO ₂ | 0.92 | 0.80 | 0.89 | 0.82 | 1.27 | 0.59 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.02 |
| Al ₂ O ₃ | 13.05 | 12.72 | 13.58 | 13.23 | 13.00 | 11.84 | 0.07 | 0.18 | 0.10 | 0.12 | 0.53 | 1.66 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.79 | 0.66 | | 0.79 | 1.77 | 1.42 | 16.98 | 16.77 | 17.14 | 17.29 | 16.16 | 14.89 |
| FeO | 4.28 | 3.98 | 4.69 | 3.95 | 3.96 | 3.02 | 1.14 | 0.82 | 1.50 | 1.06 | 1.61 | 0.47 |
| MnO | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.12 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.05 |
| MgO | 24.79 | 25.00 | 24.22 | 24.92 | 25.13 | 26.22 | 26.81 | 27.02 | 26.86 | 26.84 | 26.35 | 27.31 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.22 |
| K ₂ O | 9.79 | 9.99 | 9.98 | 9.98 | 10.12 | 10.59 | 10.50 | 10.23 | 10.19 | 10.41 | 10.30 | 10.30 |
| BaO | 1.62 | 1.23 | 1.68 | 1.16 | 1.43 | 0.60 | 0.17 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.02 | 0.00 |
| H ₂ O | 4.07 | 4.08 | 4.08 | 4.09 | 4.12 | 4.19 | 3.93 | 3.90 | 3.92 | 3.90 | 3.89 | 3.95 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 97.86 | 97.67 | 97.93 | 98.06 | 99.44 | 99.55 | 101.68 | 100.25 | 101.33 | 101.08 | 100.12 | 100.19 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.654 | 5.730 | 5.680 | 5.632 | 5.588 | 5.854 | 6.117 | 6.098 | 6.089 | 6.061 | 6.102 | 6.067 |
| Al | 2.259 | 2.197 | 2.350 | 2.281 | 2.220 | 1.993 | 0.012 | 0.031 | 0.017 | 0.021 | 0.092 | 0.287 |
| Fe ³ | 0.087 | 0.073 | 0.000 | 0.087 | 0.193 | 0.153 | 1.871 | 1.870 | 1.895 | 1.918 | 1.805 | 1.646 |
| Ti | 0.101 | 0.088 | 0.098 | 0.090 | 0.139 | 0.063 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.002 | 0.005 | 0.002 |
| Fe ² | 0.526 | 0.488 | 0.575 | 0.483 | 0.480 | 0.360 | 0.140 | 0.098 | 0.183 | 0.131 | 0.199 | 0.056 |
| Mn | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.010 | 0.011 | 0.015 | 0.006 | 0.010 | 0.009 | 0.009 | 0.006 |
| Mg | 5.430 | 5.460 | 5.300 | 5.434 | 5.429 | 5.583 | 5.850 | 5.959 | 5.881 | 5.897 | 5.831 | 5.977 |
| Ba | 0.093 | 0.071 | 0.096 | 0.066 | 0.081 | 0.034 | 0.010 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.006 | 0.005 | 0.011 | 0.003 | 0.000 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.021 | 0.000 | 0.000 | 0.042 | 0.000 | 0.062 |
| K | 1.835 | 1.868 | 1.869 | 1.862 | 1.870 | 1.930 | 1.961 | 1.930 | 1.910 | 1.957 | 1.951 | 1.929 |
| F | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.002 | 0.007 | 0.006 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.001 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 |
| OH | 3.990 | 3.987 | 3.994 | 3.988 | 3.984 | 3.987 | 3.840 | 3.845 | 3.843 | 3.838 | 3.850 | 3.863 |
| Cations | 15.993 | 15.984 | 15.982 | 16.029 | 16.011 | 15.981 | 16.010 | 16.001 | 15.993 | 16.049 | 16.000 | 16.033 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 09A60A | 09A60A | 09A60A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 1a | 2 | |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 43.27 | 42.96 | 42.48 | 42.07 | 42.92 | 43.25 | 42.52 | 42.74 | 42.31 | 41.83 | 41.52 | 41.04 | 42.19 | 42.87 | 42.31 | |
| TiO ₂ | 0.13 | 0.10 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 0.12 | 0.16 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.18 | 0.14 | 0.17 | |
| Al ₂ O ₃ | 11.32 | 11.58 | 9.74 | 10.86 | 10.64 | 11.42 | 11.72 | 11.62 | 11.71 | 4.34 | 1.20 | 0.32 | 10.75 | 10.49 | 10.87 | |
| Fe ₂ O ₃ | 1.69 | 1.32 | 3.83 | 2.35 | 3.24 | 1.80 | 1.52 | 1.34 | 1.80 | 11.67 | 15.57 | 16.89 | 2.07 | 1.85 | 1.64 | |
| FeO | 1.28 | 1.42 | 1.20 | 1.16 | 0.55 | 1.54 | 1.67 | 1.89 | 1.45 | 1.01 | 0.83 | 0.84 | 2.10 | 2.23 | 2.47 | |
| MnO | 0.07 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.09 | 0.06 | 0.08 | 0.02 | |
| MgO | 28.52 | 28.34 | 28.08 | 28.19 | 29.54 | 28.54 | 28.13 | 28.13 | 28.42 | 27.87 | 27.38 | 27.12 | 27.71 | 27.67 | 27.43 | |
| Na ₂ O | 0.09 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.12 | 0.18 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | |
| K ₂ O | 10.79 | 10.93 | 10.82 | 10.38 | 9.75 | 10.65 | 10.66 | 10.42 | 10.66 | 10.49 | 10.21 | 9.97 | 9.54 | 9.50 | 9.69 | |
| BaO | 0.20 | 0.17 | 0.16 | 0.20 | 0.20 | 0.07 | 0.64 | 0.32 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.22 | 0.21 | 0.11 | |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| CaO | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.16 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | |
| H ₂ O | 4.32 | 4.30 | 4.23 | 4.23 | 4.31 | 4.34 | 4.29 | 4.29 | 4.29 | 4.07 | 3.95 | 3.90 | 4.21 | 4.23 | 4.21 | |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | |
| Cl | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | |
| Total | 101.71 | 101.17 | 100.71 | 99.59 | 101.46 | 101.94 | 101.38 | 100.92 | 101.15 | 101.31 | 100.77 | 100.40 | 99.14 | 99.28 | 98.92 | |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.978 | 5.965 | 5.977 | 5.942 | 5.928 | 5.958 | 5.919 | 5.952 | 5.890 | 6.005 | 6.076 | 6.063 | 5.980 | 6.054 | 6.005 | |
| Al | 1.843 | 1.895 | 1.615 | 1.808 | 1.732 | 1.855 | 1.922 | 1.907 | 1.922 | 0.734 | 0.207 | 0.056 | 1.795 | 1.746 | 1.819 | |
| Fe ³ | 0.179 | 0.139 | 0.408 | 0.251 | 0.340 | 0.187 | 0.160 | 0.141 | 0.188 | 1.262 | 1.717 | 1.881 | 0.225 | 0.199 | 0.177 | |
| Ti | 0.014 | 0.011 | 0.008 | 0.010 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.012 | 0.017 | 0.004 | 0.003 | 0.003 | 0.019 | 0.015 | 0.019 | |
| Fe ² | 0.145 | 0.163 | 0.139 | 0.136 | 0.060 | 0.177 | 0.195 | 0.220 | 0.169 | 0.121 | 0.099 | 0.101 | 0.246 | 0.261 | 0.291 | |
| Mn | 0.008 | 0.004 | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.004 | 0.011 | 0.007 | 0.009 | 0.003 | |
| Mg | 5.874 | 5.866 | 5.889 | 5.934 | 6.082 | 5.862 | 5.836 | 5.839 | 5.898 | 5.965 | 5.973 | 5.973 | 5.855 | 5.826 | 5.803 | |
| Ba | 0.011 | 0.009 | 0.009 | 0.011 | 0.011 | 0.004 | 0.035 | 0.017 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.012 | 0.012 | 0.006 | |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Ca | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.007 | 0.025 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | |
| Na | 0.024 | 0.000 | 0.015 | 0.000 | 0.032 | 0.047 | 0.030 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.026 | 0.000 | 0.000 | |
| K | 1.902 | 1.936 | 1.942 | 1.869 | 1.717 | 1.873 | 1.893 | 1.851 | 1.894 | 1.921 | 1.906 | 1.878 | 1.725 | 1.712 | 1.753 | |
| F | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.003 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | |
| OH | 3.984 | 3.986 | 3.967 | 3.980 | 3.969 | 3.985 | 3.987 | 3.984 | 3.984 | 3.896 | 3.858 | 3.838 | 3.981 | 3.986 | 3.987 | |
| Cations | 15.979 | 15.990 | 16.008 | 15.969 | 15.922 | 15.979 | 16.000 | 15.945 | 15.996 | 16.011 | 15.992 | 15.993 | 15.891 | 15.835 | 15.875 | |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 2a | 2b | 3 | 3a | 3b | 1 | 1a | 1 | 1a | 2 | 2a | 2b | 3 | 4 | 5 |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 42.48 | 42.81 | 42.30 | 42.43 | 42.95 | 40.90 | 41.67 | 41.97 | 42.19 | 41.51 | 41.77 | 42.16 | 42.43 | 42.55 | 41.72 |
| TiO ₂ | 0.21 | 0.18 | 0.22 | 0.18 | 0.16 | 0.07 | 0.08 | 0.25 | 0.25 | 0.31 | 0.28 | 0.27 | 0.18 | 0.21 | 0.22 |
| Al ₂ O ₃ | 10.95 | 10.63 | 10.83 | 10.75 | 10.84 | 2.16 | 2.09 | 11.72 | 11.72 | 11.64 | 11.45 | 11.53 | 11.21 | 11.08 | 11.38 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.50 | 2.02 | 1.55 | 1.51 | 1.33 | 12.64 | 12.88 | 0.65 | 1.11 | 1.03 | 1.18 | 0.86 | 1.37 | 1.52 | 1.56 |
| FeO | 2.66 | 2.03 | 2.48 | 2.56 | 2.64 | 2.72 | 2.51 | 2.98 | 2.69 | 2.91 | 2.69 | 2.89 | 2.75 | 2.22 | 2.30 |
| MnO | 0.02 | 0.05 | 0.10 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.05 |
| MgO | 27.43 | 27.73 | 27.32 | 27.22 | 27.45 | 26.43 | 26.92 | 26.89 | 27.65 | 26.95 | 27.03 | 27.10 | 27.45 | 27.63 | 27.55 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.21 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.16 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.52 | 9.77 | 9.42 | 9.49 | 9.49 | 9.28 | 9.33 | 9.89 | 9.45 | 9.50 | 9.79 | 9.56 | 9.56 | 9.65 | 9.63 |
| BaO | 0.10 | 0.17 | 0.20 | 0.08 | 0.14 | 0.03 | 0.10 | 0.28 | 0.28 | 0.38 | 0.43 | 0.23 | 0.23 | 0.36 | 0.38 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.01 |
| H ₂ O | 4.22 | 4.25 | 4.20 | 4.20 | 4.24 | 3.89 | 3.96 | 4.21 | 4.25 | 4.19 | 4.20 | 4.22 | 4.24 | 4.24 | 4.21 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 99.11 | 99.88 | 98.61 | 98.60 | 99.35 | 98.22 | 99.79 | 98.90 | 99.68 | 98.50 | 98.86 | 98.91 | 99.49 | 99.63 | 99.01 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 6.011 | 6.021 | 6.017 | 6.034 | 6.056 | 6.128 | 6.140 | 5.967 | 5.938 | 5.929 | 5.950 | 5.980 | 5.989 | 5.997 | 5.927 |
| Al | 1.827 | 1.762 | 1.816 | 1.803 | 1.801 | 0.382 | 0.363 | 1.963 | 1.944 | 1.959 | 1.922 | 1.928 | 1.865 | 1.840 | 1.905 |
| Fe ³ | 0.162 | 0.217 | 0.167 | 0.163 | 0.143 | 1.490 | 1.497 | 0.070 | 0.118 | 0.111 | 0.128 | 0.092 | 0.147 | 0.163 | 0.168 |
| Ti | 0.022 | 0.019 | 0.023 | 0.020 | 0.017 | 0.008 | 0.009 | 0.027 | 0.027 | 0.033 | 0.030 | 0.029 | 0.019 | 0.023 | 0.024 |
| Fe ² | 0.313 | 0.235 | 0.294 | 0.303 | 0.311 | 0.277 | 0.241 | 0.354 | 0.316 | 0.347 | 0.319 | 0.342 | 0.323 | 0.260 | 0.271 |
| Mn | 0.002 | 0.006 | 0.012 | 0.008 | 0.009 | 0.007 | 0.009 | 0.005 | 0.007 | 0.004 | 0.003 | 0.003 | 0.005 | 0.000 | 0.006 |
| Mg | 5.787 | 5.813 | 5.793 | 5.772 | 5.770 | 5.903 | 5.914 | 5.698 | 5.801 | 5.738 | 5.740 | 5.730 | 5.777 | 5.805 | 5.834 |
| Ba | 0.005 | 0.009 | 0.011 | 0.005 | 0.008 | 0.002 | 0.006 | 0.016 | 0.016 | 0.021 | 0.024 | 0.013 | 0.013 | 0.020 | 0.021 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.004 | 0.008 | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.000 | 0.001 | 0.002 |
| Na | 0.000 | 0.058 | 0.000 | 0.026 | 0.000 | 0.000 | 0.037 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.013 | 0.042 | 0.000 |
| K | 1.718 | 1.753 | 1.709 | 1.722 | 1.707 | 1.774 | 1.753 | 1.794 | 1.696 | 1.732 | 1.779 | 1.731 | 1.721 | 1.735 | 1.745 |
| F | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.007 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| OH | 3.986 | 3.984 | 3.986 | 3.987 | 3.988 | 3.886 | 3.891 | 3.994 | 3.989 | 3.990 | 3.988 | 3.991 | 3.987 | 3.988 | 3.988 |
| Cations | 15.848 | 15.899 | 15.841 | 15.855 | 15.824 | 15.974 | 15.977 | 15.894 | 15.865 | 15.880 | 15.898 | 15.861 | 15.870 | 15.885 | 15.904 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A | 09A60A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 6 | 7 | 7a | 8 | 8a | 8b | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Posição | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 41.71 | 41.87 | 41.95 | 41.10 | 41.43 | 41.63 | 42.35 | 41.69 | 42.39 | 42.09 | 42.08 |
| TiO ₂ | 0.26 | 0.29 | 0.27 | 0.29 | 0.26 | 0.29 | 0.28 | 0.31 | 0.26 | 0.27 | 0.28 |
| Al ₂ O ₃ | 11.62 | 11.24 | 11.42 | 11.54 | 11.55 | 11.50 | 11.31 | 11.53 | 11.65 | 11.54 | 11.40 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.83 | 0.97 | 1.23 | 1.33 | 0.99 | 1.36 | 1.26 | 0.94 | 0.70 | 1.15 | 1.10 |
| FeO | 3.40 | 3.05 | 2.70 | 2.31 | 2.88 | 2.48 | 3.09 | 3.05 | 3.24 | 2.59 | 2.79 |
| MnO | 0.04 | 0.07 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.10 |
| MgO | 26.69 | 26.79 | 27.24 | 27.13 | 26.91 | 27.30 | 27.32 | 26.81 | 27.30 | 27.57 | 27.14 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.17 | 0.00 | 0.10 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| K ₂ O | 9.56 | 9.36 | 9.51 | 9.42 | 9.37 | 9.47 | 9.28 | 9.48 | 8.92 | 9.30 | 9.44 |
| BaO | 0.20 | 0.03 | 0.26 | 0.40 | 0.37 | 0.46 | 0.04 | 0.21 | 0.21 | 0.16 | 0.40 |
| SrO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 |
| H ₂ O | 4.19 | 4.18 | 4.21 | 4.16 | 4.17 | 4.20 | 4.24 | 4.19 | 4.24 | 4.22 | 4.21 |
| F | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Cl | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| Total | 98.52 | 97.86 | 98.92 | 97.92 | 98.03 | 98.87 | 99.26 | 98.32 | 99.03 | 99.01 | 98.95 |
| Cations O=24 | | | | | | | | | | | |
| Si | 5.955 | 5.997 | 5.956 | 5.902 | 5.940 | 5.924 | 5.982 | 5.957 | 5.987 | 5.953 | 5.974 |
| Al | 1.955 | 1.897 | 1.911 | 1.953 | 1.952 | 1.929 | 1.883 | 1.942 | 1.939 | 1.923 | 1.907 |
| Fe ³ | 0.090 | 0.105 | 0.133 | 0.145 | 0.108 | 0.147 | 0.135 | 0.102 | 0.074 | 0.124 | 0.118 |
| Ti | 0.028 | 0.031 | 0.029 | 0.031 | 0.028 | 0.031 | 0.029 | 0.033 | 0.028 | 0.029 | 0.030 |
| Fe ² | 0.406 | 0.365 | 0.320 | 0.276 | 0.345 | 0.294 | 0.364 | 0.364 | 0.383 | 0.306 | 0.331 |
| Mn | 0.005 | 0.009 | 0.010 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.011 | 0.009 | 0.010 | 0.011 |
| Mg | 5.681 | 5.719 | 5.767 | 5.809 | 5.751 | 5.790 | 5.751 | 5.712 | 5.746 | 5.814 | 5.744 |
| Ba | 0.011 | 0.002 | 0.014 | 0.022 | 0.021 | 0.025 | 0.002 | 0.012 | 0.012 | 0.009 | 0.022 |
| Sr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.003 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.046 | 0.000 | 0.026 | 0.007 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 |
| K | 1.742 | 1.710 | 1.723 | 1.725 | 1.714 | 1.718 | 1.671 | 1.727 | 1.606 | 1.677 | 1.709 |
| F | | | | | | | | | | | |
| Cl | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 |
| OH | 3.992 | 3.992 | 3.990 | 3.989 | 3.990 | 3.989 | 3.990 | 3.993 | 3.995 | 3.984 | 3.991 |
| Cations | 15.875 | 15.836 | 15.872 | 15.919 | 15.871 | 15.896 | 15.834 | 15.863 | 15.791 | 15.847 | 15.850 |

Anexo H – Análises de flogopita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 24 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT89.3 | FSALT89.3 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Posição | borda | centro | borda | borda | centro | borda | borda | centro | centro | borda | borda | centro |
| SiO ₂ | 0.74 | 0.69 | 0.27 | 0.12 | 0.59 | 0.71 | 0.59 | 0.67 | 0.68 | 0.34 | 0.45 | 0.29 |
| FeO | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.08 | 0.05 | 0.04 |
| MgO | 0.06 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.07 | 0.01 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| SrO | 0.72 | 0.72 | 0.65 | 0.75 | 0.70 | 0.59 | 0.77 | 0.70 | 0.63 | 0.81 | 1.27 | 1.22 |
| BaO | 0.00 | 0.07 | 0.26 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.15 |
| CaO | 54.83 | 54.81 | 54.58 | 55.02 | 55.11 | 54.84 | 54.75 | 54.97 | 54.71 | 54.59 | 54.70 | 53.50 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.20 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | 0.13 | 0.20 | 0.03 | 0.16 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.12 | 0.17 | 0.13 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.21 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| P ₂ O ₅ | 41.29 | 41.42 | 42.08 | 42.15 | 41.06 | 41.03 | 42.19 | 41.27 | 41.09 | 42.03 | 41.70 | 40.81 |
| SO ₃ | 0.08 | 0.09 | 0.00 | 0.01 | 0.15 | 0.09 | 0.04 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | 0.09 | 0.04 |
| Cl | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.00 |
| H | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.77 | 1.77 | 1.79 | 1.78 | 1.76 | 1.78 | 1.78 | 1.74 |
| Total | 99.88 | 99.86 | 99.83 | 100.01 | 99.51 | 99.30 | 100.59 | 99.86 | 99.22 | 99.83 | 100.11 | 97.79 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.125 | 0.116 | 0.046 | 0.020 | 0.099 | 0.120 | 0.098 | 0.112 | 0.114 | 0.056 | 0.075 | 0.049 |
| Fe ² | 0.009 | 0.007 | 0.003 | 0.001 | 0.003 | 0.000 | 0.009 | 0.004 | 0.001 | 0.012 | 0.007 | 0.006 |
| Mg | 0.016 | 0.000 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.005 | 0.017 | 0.003 | 0.015 | 0.006 | 0.003 | 0.003 |
| Sr | 0.070 | 0.070 | 0.063 | 0.073 | 0.069 | 0.058 | 0.074 | 0.069 | 0.062 | 0.079 | 0.124 | 0.122 |
| Ba | 0.000 | 0.004 | 0.017 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.010 |
| Ca | 9.887 | 9.881 | 9.831 | 9.893 | 9.976 | 9.943 | 9.777 | 9.922 | 9.928 | 9.825 | 9.847 | 9.872 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.012 | 0.003 | 0.001 | 0.000 | 0.004 | 0.008 | 0.012 | 0.002 | 0.010 | 0.000 | 0.002 | 0.000 |
| Ce | 0.007 | 0.011 | 0.008 | 0.007 | 0.000 | 0.007 | 0.007 | 0.013 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| P | 5.884 | 5.900 | 5.989 | 5.989 | 5.873 | 5.879 | 5.954 | 5.886 | 5.891 | 5.977 | 5.932 | 5.950 |
| S | 0.010 | 0.012 | 0.000 | 0.001 | 0.019 | 0.012 | 0.005 | 0.012 | 0.006 | 0.005 | 0.012 | 0.005 |
| Cations | 16.020 | 16.004 | 15.967 | 15.992 | 16.052 | 16.031 | 15.952 | 16.028 | 16.030 | 15.967 | 16.002 | 16.016 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios.

| Amostra | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 |
| Grão | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 2a | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1a | 2 | 3 |
| Posição | centro | borda | borda | centro | borda | borda | centro | borda | borda | borda | centro | borda |
| SiO ₂ | 0.33 | 0.14 | 0.41 | 0.39 | 0.44 | 0.68 | 0.76 | 0.45 | 0.67 | 0.80 | 0.38 | 0.75 |
| FeO | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.15 | 0.22 | 0.00 | 0.07 | 0.18 |
| MgO | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.00 |
| SrO | 1.28 | 1.23 | 1.29 | 1.18 | 1.47 | 1.25 | 1.04 | 0.96 | 1.19 | 0.97 | 1.21 | 1.06 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.08 | 0.12 | 0.00 | 0.04 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 53.86 | 54.55 | 54.92 | 54.71 | 54.91 | 53.42 | 54.37 | 54.50 | 52.70 | 53.37 | 54.54 | 54.06 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.08 | 0.22 | 0.14 | 0.12 | 0.00 | 0.37 | 0.26 | 0.01 | 0.21 | 0.12 | 0.22 | 0.25 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.21 | 0.08 | 0.02 | 0.00 | 0.13 | 0.01 | 0.28 | 0.14 | 0.13 | 0.41 | 0.15 | 0.44 |
| P ₂ O ₅ | 41.56 | 42.35 | 41.76 | 41.32 | 42.10 | 40.59 | 39.42 | 40.52 | 39.11 | 40.08 | 41.35 | 41.31 |
| SO ₃ | 0.10 | 0.00 | 0.06 | 0.05 | 0.07 | 0.13 | 0.10 | 0.06 | 0.16 | 0.08 | 0.05 | 0.00 |
| Cl | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 |
| H | 1.76 | 1.78 | 1.78 | 1.77 | 1.80 | 1.75 | 1.73 | 1.75 | 1.70 | 1.73 | 1.77 | 1.77 |
| Total | 99.28 | 100.42 | 100.60 | 99.60 | 101.08 | 98.46 | 98.04 | 98.67 | 96.27 | 97.58 | 99.79 | 99.81 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.056 | 0.024 | 0.069 | 0.066 | 0.074 | 0.117 | 0.131 | 0.076 | 0.117 | 0.139 | 0.063 | 0.126 |
| Fe ² | 0.005 | 0.006 | 0.010 | 0.007 | 0.010 | 0.014 | 0.010 | 0.021 | 0.032 | 0.000 | 0.010 | 0.025 |
| Mg | 0.007 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.003 | 0.020 | 0.003 | 0.005 | 0.010 | 0.000 |
| Sr | 0.126 | 0.120 | 0.126 | 0.116 | 0.142 | 0.125 | 0.105 | 0.096 | 0.122 | 0.097 | 0.118 | 0.103 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.005 | 0.008 | 0.000 | 0.003 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 9.778 | 9.788 | 9.862 | 9.917 | 9.804 | 9.807 | 10.085 | 9.994 | 9.935 | 9.880 | 9.880 | 9.784 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.005 | 0.013 | 0.009 | 0.007 | 0.000 | 0.024 | 0.016 | 0.001 | 0.014 | 0.007 | 0.014 | 0.015 |
| Ce | 0.013 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.008 | 0.001 | 0.018 | 0.009 | 0.008 | 0.026 | 0.010 | 0.027 |
| P | 5.963 | 6.004 | 5.926 | 5.919 | 5.940 | 5.888 | 5.779 | 5.871 | 5.826 | 5.863 | 5.920 | 5.909 |
| S | 0.013 | 0.000 | 0.007 | 0.007 | 0.009 | 0.017 | 0.013 | 0.008 | 0.021 | 0.011 | 0.007 | 0.000 |
| Cations | 15.965 | 15.960 | 16.024 | 16.038 | 15.994 | 16.005 | 16.159 | 16.098 | 16.090 | 16.028 | 16.032 | 15.990 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | B2 | B2 | B2 | B2 | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Ponto | 1 | 2 | 2a | 3 | 1 | 1a | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| Posição | borda | centro | centro | borda | borda | borda | centro | borda | borda | centro | borda | borda |
| SiO ₂ | 0.31 | 0.43 | 0.43 | 0.80 | 0.46 | 0.47 | 0.44 | 0.39 | 0.51 | 0.37 | 0.41 | 0.45 |
| FeO | 0.02 | 0.14 | 0.03 | 0.06 | 0.16 | 0.12 | 0.03 | 0.10 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.13 |
| MgO | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.06 | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 |
| SrO | 0.77 | 0.94 | 0.98 | 0.77 | 1.34 | 1.62 | 1.20 | 1.14 | 1.04 | 1.50 | 1.17 | 1.22 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.13 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| CaO | 54.70 | 53.29 | 53.73 | 54.01 | 52.63 | 54.03 | 54.30 | 54.30 | 54.15 | 54.19 | 53.97 | 53.87 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.31 | 0.37 | 0.22 | 0.38 | 0.21 | 0.23 | 0.29 | 0.24 | 0.29 | 0.24 | 0.59 | 0.23 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.33 | 0.21 | 0.26 | 0.24 | 0.33 | 0.17 | 0.35 | 0.30 | 0.45 | 0.54 | 0.40 | 0.23 |
| P ₂ O ₅ | 41.14 | 39.04 | 40.95 | 40.04 | 39.39 | 41.92 | 41.85 | 41.67 | 40.91 | 41.66 | 40.96 | 41.26 |
| SO ₃ | 0.00 | 0.04 | 0.10 | 0.12 | 0.15 | 0.06 | 0.09 | 0.04 | 0.02 | 0.06 | 0.05 | 0.04 |
| Cl | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| H | 1.76 | 1.69 | 1.75 | 1.74 | 1.71 | 1.79 | 1.79 | 1.78 | 1.76 | 1.78 | 1.76 | 1.76 |
| Total | 99.34 | 96.22 | 98.46 | 98.19 | 96.44 | 100.52 | 100.48 | 100.10 | 99.17 | 100.38 | 99.35 | 99.21 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.053 | 0.076 | 0.073 | 0.137 | 0.081 | 0.079 | 0.074 | 0.066 | 0.087 | 0.062 | 0.070 | 0.076 |
| Fe ² | 0.002 | 0.020 | 0.005 | 0.009 | 0.023 | 0.017 | 0.005 | 0.014 | 0.005 | 0.000 | 0.006 | 0.018 |
| Mg | 0.000 | 0.012 | 0.003 | 0.003 | 0.015 | 0.009 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.013 | 0.000 | 0.000 |
| Sr | 0.076 | 0.096 | 0.097 | 0.077 | 0.137 | 0.157 | 0.117 | 0.111 | 0.103 | 0.147 | 0.115 | 0.120 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.005 | 0.009 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| Ca | 9.960 | 10.071 | 9.845 | 9.954 | 9.905 | 9.711 | 9.765 | 9.802 | 9.887 | 9.776 | 9.854 | 9.809 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.019 | 0.024 | 0.014 | 0.024 | 0.014 | 0.014 | 0.018 | 0.015 | 0.019 | 0.015 | 0.037 | 0.014 |
| Ce | 0.020 | 0.013 | 0.016 | 0.015 | 0.021 | 0.010 | 0.021 | 0.018 | 0.028 | 0.033 | 0.025 | 0.015 |
| P | 5.919 | 5.831 | 5.929 | 5.831 | 5.858 | 5.954 | 5.946 | 5.945 | 5.903 | 5.939 | 5.910 | 5.937 |
| S | 0.000 | 0.005 | 0.012 | 0.015 | 0.020 | 0.007 | 0.011 | 0.004 | 0.002 | 0.007 | 0.006 | 0.005 |
| Cations | 16.049 | 16.149 | 15.994 | 16.067 | 16.074 | 15.964 | 15.965 | 15.991 | 16.033 | 15.991 | 16.023 | 15.995 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| Unidade | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 3a | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| Posição | borda | centro | centro | borda | borda | borda | centro | centro | centro | borda | borda | centro | borda | borda | borda | |
| SiO ₂ | 0.46 | 0.30 | 0.45 | 0.40 | 0.37 | 0.41 | 0.43 | 0.38 | 0.39 | 0.34 | 0.22 | 0.25 | 0.19 | 0.28 | 0.32 | |
| FeO | 0.04 | 0.20 | 0.17 | 0.10 | 0.02 | 0.08 | 0.06 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.27 | 0.07 | 0.28 | 0.13 | 0.06 | |
| MgO | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | |
| SrO | 1.38 | 1.40 | 1.26 | 1.21 | 1.43 | 1.37 | 0.89 | 1.14 | 1.37 | 1.41 | 1.57 | 1.38 | 1.31 | 1.18 | 1.27 | |
| BaO | 0.03 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.03 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | |
| CaO | 53.97 | 53.71 | 53.71 | 54.20 | 54.18 | 54.33 | 54.32 | 54.19 | 53.97 | 54.05 | 54.29 | 54.66 | 54.51 | 54.48 | 55.01 | |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| La ₂ O ₃ | 0.13 | 0.40 | 0.21 | 0.23 | 0.35 | 0.32 | 0.32 | 0.27 | 0.27 | 0.25 | 0.30 | 0.17 | 0.11 | 0.00 | 0.14 | |
| Ce ₂ O ₃ | 0.29 | 0.32 | 0.45 | 0.36 | 0.34 | 0.22 | 0.49 | 0.49 | 0.45 | 0.54 | 0.12 | 0.17 | 0.08 | 0.26 | 0.00 | |
| P ₂ O ₅ | 41.32 | 41.30 | 40.82 | 41.06 | 42.39 | 42.05 | 42.65 | 42.52 | 42.10 | 42.64 | 41.86 | 42.10 | 42.30 | 41.41 | 42.42 | |
| SO ₃ | 0.04 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.07 | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | |
| Cl | 0.02 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | |
| H | 1.76 | 1.76 | 1.74 | 1.76 | 1.80 | 1.79 | 1.80 | 1.80 | 1.78 | 1.80 | 1.78 | 1.79 | 1.79 | 1.77 | 1.80 | |
| Total | 99.46 | 99.53 | 98.91 | 99.39 | 100.95 | 100.77 | 101.10 | 100.87 | 100.49 | 101.08 | 100.54 | 100.64 | 100.66 | 99.52 | 101.08 | |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.079 | 0.051 | 0.077 | 0.068 | 0.061 | 0.069 | 0.071 | 0.064 | 0.065 | 0.056 | 0.038 | 0.041 | 0.031 | 0.047 | 0.052 | |
| Fe ² | 0.006 | 0.029 | 0.024 | 0.014 | 0.003 | 0.011 | 0.009 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.038 | 0.010 | 0.039 | 0.018 | 0.009 | |
| Mg | 0.007 | 0.001 | 0.004 | 0.007 | 0.000 | 0.009 | 0.015 | 0.007 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.009 | |
| Sr | 0.135 | 0.138 | 0.125 | 0.119 | 0.139 | 0.133 | 0.086 | 0.110 | 0.134 | 0.137 | 0.153 | 0.134 | 0.127 | 0.116 | 0.123 | |
| Ba | 0.002 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.002 | 0.004 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | |
| Ca | 9.808 | 9.779 | 9.843 | 9.876 | 9.688 | 9.745 | 9.663 | 9.677 | 9.702 | 9.643 | 9.776 | 9.803 | 9.767 | 9.891 | 9.804 | |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| La | 0.008 | 0.025 | 0.014 | 0.014 | 0.022 | 0.020 | 0.019 | 0.017 | 0.017 | 0.015 | 0.019 | 0.011 | 0.007 | 0.000 | 0.009 | |
| Ce | 0.018 | 0.020 | 0.028 | 0.022 | 0.021 | 0.014 | 0.030 | 0.030 | 0.027 | 0.033 | 0.007 | 0.011 | 0.005 | 0.016 | 0.000 | |
| P | 5.933 | 5.942 | 5.911 | 5.912 | 5.989 | 5.960 | 5.996 | 6.000 | 5.980 | 6.011 | 5.956 | 5.967 | 5.989 | 5.941 | 5.974 | |
| S | 0.005 | 0.008 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | 0.008 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.008 | 0.007 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | |
| Cations | 16.000 | 15.997 | 16.029 | 16.037 | 15.928 | 15.971 | 15.896 | 15.910 | 15.937 | 15.899 | 15.999 | 15.984 | 15.977 | 16.030 | 15.980 | |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| Posição | centro | borda | borda | borda | centro | borda | centro | borda | centro | borda | borda | centro | borda | centro | borda |
| SiO ₂ | 0.37 | 0.24 | 0.37 | 0.30 | 0.20 | 0.35 | 0.27 | 0.67 | 0.34 | 0.46 | 0.31 | 0.33 | 0.64 | 0.51 | 0.41 |
| FeO | 0.00 | 0.11 | 0.07 | 0.26 | 0.27 | 0.19 | 0.20 | 0.13 | 0.13 | 0.20 | 0.10 | 0.12 | 0.21 | 0.06 | 0.05 |
| MgO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.01 |
| SrO | 1.24 | 1.32 | 1.23 | 1.15 | 1.03 | 1.36 | 1.17 | 0.75 | 1.53 | 1.16 | 1.01 | 1.20 | 1.22 | 0.97 | 0.65 |
| BaO | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.18 |
| CaO | 54.87 | 54.25 | 54.25 | 53.21 | 54.42 | 53.92 | 53.97 | 53.17 | 53.54 | 53.79 | 54.09 | 53.89 | 53.68 | 53.82 | 54.26 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.12 | 0.16 | 0.00 | 0.25 | 0.15 | 0.07 | 0.11 | 0.39 | 0.12 | 0.19 | 0.14 | 0.26 | 0.28 | 0.26 | 0.34 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.20 | 0.16 | 0.28 | 0.21 | 0.10 | 0.34 | 0.21 | 0.89 | 0.57 | 0.42 | 0.54 | 0.33 | 0.54 | 0.51 | 0.19 |
| P ₂ O ₅ | 41.69 | 42.65 | 41.02 | 39.47 | 41.44 | 40.62 | 41.43 | 40.88 | 40.85 | 40.44 | 41.90 | 41.42 | 41.73 | 41.21 | 41.87 |
| SO ₃ | 0.06 | 0.01 | 0.05 | 0.06 | 0.02 | 0.06 | 0.04 | 0.09 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.08 | 0.04 |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 |
| H | 1.79 | 1.80 | 1.76 | 1.71 | 1.77 | 1.75 | 1.76 | 1.76 | 1.75 | 1.75 | 1.78 | 1.76 | 1.78 | 1.76 | 1.78 |
| Total | 100.48 | 100.69 | 99.03 | 96.63 | 99.40 | 98.67 | 99.24 | 98.99 | 98.87 | 98.48 | 99.92 | 99.50 | 100.13 | 99.19 | 99.79 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.063 | 0.040 | 0.064 | 0.053 | 0.033 | 0.061 | 0.046 | 0.114 | 0.059 | 0.080 | 0.051 | 0.056 | 0.108 | 0.087 | 0.069 |
| Fe ² | 0.000 | 0.015 | 0.010 | 0.038 | 0.039 | 0.028 | 0.029 | 0.019 | 0.019 | 0.029 | 0.015 | 0.017 | 0.029 | 0.008 | 0.007 |
| Mg | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.007 | 0.010 | 0.002 | 0.007 | 0.012 | 0.006 | 0.005 | 0.000 | 0.002 |
| Sr | 0.121 | 0.127 | 0.121 | 0.117 | 0.101 | 0.135 | 0.115 | 0.074 | 0.152 | 0.115 | 0.099 | 0.118 | 0.119 | 0.095 | 0.064 |
| Ba | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.016 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| Ca | 9.873 | 9.692 | 9.904 | 10.007 | 9.888 | 9.908 | 9.819 | 9.726 | 9.826 | 9.905 | 9.764 | 9.797 | 9.680 | 9.799 | 9.790 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.007 | 0.010 | 0.000 | 0.016 | 0.009 | 0.004 | 0.007 | 0.024 | 0.007 | 0.012 | 0.009 | 0.016 | 0.018 | 0.016 | 0.021 |
| Ce | 0.013 | 0.010 | 0.017 | 0.014 | 0.006 | 0.021 | 0.013 | 0.056 | 0.036 | 0.026 | 0.033 | 0.020 | 0.033 | 0.032 | 0.012 |
| P | 5.927 | 6.021 | 5.917 | 5.864 | 5.950 | 5.898 | 5.956 | 5.910 | 5.924 | 5.883 | 5.977 | 5.950 | 5.946 | 5.929 | 5.969 |
| S | 0.008 | 0.002 | 0.006 | 0.008 | 0.003 | 0.007 | 0.005 | 0.011 | 0.003 | 0.006 | 0.000 | 0.005 | 0.003 | 0.010 | 0.005 |
| Cations | 16.021 | 15.916 | 16.040 | 16.119 | 16.029 | 16.065 | 16.000 | 15.959 | 16.028 | 16.064 | 15.961 | 15.992 | 15.941 | 15.976 | 15.950 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 10A41A | 10A41A | 10A41A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 | C3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| Ponto | 1 | 2 | 3A | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | |
| Posição | borda | borda | centro | borda | borda | borda | borda | borda | centro | borda | centro | borda | centro | centro | centro | |
| SiO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.11 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.55 | 0.04 | 0.32 | 0.72 | 0.65 | |
| FeO | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | |
| MgO | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.06 | |
| SrO | 1.24 | 1.27 | 1.08 | 1.01 | 0.99 | 0.91 | 1.18 | 1.06 | 1.28 | 1.06 | 0.63 | 1.10 | 0.69 | 0.74 | 0.53 | |
| BaO | 0.04 | 0.14 | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.19 | 0.13 | 0.01 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | |
| CaO | 51.54 | 52.09 | 51.05 | 51.56 | 51.11 | 52.00 | 51.47 | 50.38 | 50.63 | 50.01 | 49.80 | 50.87 | 50.53 | 49.94 | 48.96 | |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| La ₂ O ₃ | 0.18 | 0.15 | 0.24 | 0.18 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 0.15 | 0.10 | 0.22 | 0.04 | 0.17 | 0.36 | 0.35 | 0.39 | |
| Ce ₂ O ₃ | 0.49 | 0.24 | 0.31 | 0.24 | 0.41 | 0.36 | 0.30 | 0.18 | 0.39 | 0.38 | 0.58 | 0.20 | 0.89 | 0.95 | 0.81 | |
| P ₂ O ₅ | 42.94 | 43.70 | 43.27 | 43.30 | 43.59 | 43.73 | 42.72 | 42.54 | 42.37 | 42.34 | 39.77 | 42.20 | 42.69 | 41.42 | 40.47 | |
| SO ₃ | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | |
| H | 1.77 | 1.79 | 1.77 | 1.77 | 1.78 | 1.79 | 1.76 | 1.74 | 1.74 | 1.73 | 1.67 | 1.74 | 1.75 | 1.73 | 1.69 | |
| Total | 98.30 | 99.44 | 97.89 | 98.16 | 98.31 | 99.18 | 97.90 | 96.12 | 96.57 | 95.90 | 93.16 | 96.37 | 97.31 | 96.05 | 93.69 | |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.006 | 0.006 | 0.018 | 0.002 | 0.000 | 0.005 | 0.003 | 0.099 | 0.006 | 0.055 | 0.125 | 0.115 | |
| Fe ² | 0.007 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | |
| Mg | 0.015 | 0.004 | 0.004 | 0.010 | 0.021 | 0.014 | 0.018 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.011 | 0.000 | 0.005 | 0.013 | 0.015 | |
| Sr | 0.122 | 0.124 | 0.106 | 0.099 | 0.096 | 0.088 | 0.117 | 0.106 | 0.128 | 0.106 | 0.065 | 0.110 | 0.068 | 0.074 | 0.055 | |
| Ba | 0.003 | 0.009 | 0.005 | 0.000 | 0.005 | 0.012 | 0.009 | 0.001 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | |
| Ca | 9.370 | 9.338 | 9.276 | 9.338 | 9.236 | 9.319 | 9.390 | 9.311 | 9.350 | 9.282 | 9.558 | 9.408 | 9.249 | 9.288 | 9.322 | |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| La | 0.011 | 0.010 | 0.015 | 0.011 | 0.012 | 0.000 | 0.012 | 0.010 | 0.006 | 0.014 | 0.003 | 0.011 | 0.023 | 0.023 | 0.026 | |
| Ce | 0.030 | 0.015 | 0.019 | 0.015 | 0.026 | 0.022 | 0.019 | 0.011 | 0.024 | 0.024 | 0.038 | 0.013 | 0.056 | 0.060 | 0.053 | |
| P | 6.168 | 6.191 | 6.213 | 6.198 | 6.225 | 6.193 | 6.158 | 6.213 | 6.183 | 6.209 | 6.032 | 6.168 | 6.174 | 6.087 | 6.089 | |
| S | 0.000 | 0.004 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.005 | 0.007 | 0.004 | 0.000 | 0.006 | 0.009 | 0.005 | 0.005 | 0.008 | 0.009 | |
| Cations | 15.727 | 15.694 | 15.651 | 15.679 | 15.633 | 15.671 | 15.732 | 15.662 | 15.709 | 15.653 | 15.815 | 15.721 | 15.635 | 15.686 | 15.693 | |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | 10A41A | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | C3 | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a |
| Grão | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2a | 2a | 2a | 2 | 2 |
| Ponto | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2A | 3 | 1A | 2A |
| Posição | borda | borda | centro | borda | borda | centro | borda | borda | centro | borda | borda | centro | borda | borda | centro |
| SiO ₂ | 0.55 | 0.04 | 0.00 | 0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 0.00 | 0.01 |
| FeO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.08 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.02 | 0.00 | 0.07 | 0.02 |
| MgO | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.03 |
| SrO | 0.64 | 0.89 | 0.77 | 0.93 | 0.65 | 0.80 | 0.90 | 1.09 | 1.21 | 1.05 | 1.10 | 1.00 | 0.97 | 0.83 | 1.01 |
| BaO | 0.00 | 0.11 | 0.03 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.01 | 0.12 |
| CaO | 49.36 | 53.16 | 53.41 | 53.72 | 53.37 | 53.69 | 53.42 | 54.06 | 53.28 | 53.75 | 54.33 | 54.23 | 54.08 | 53.70 | 53.70 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.23 | 0.20 | 0.13 | 0.18 | 0.30 | 0.17 | 0.26 | 0.22 | 0.17 | 0.00 | 0.19 | 0.15 | 0.15 | 0.10 | 0.00 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.72 | 0.16 | 0.32 | 0.34 | 0.14 | 0.30 | 0.22 | 0.01 | 0.65 | 0.16 | 0.22 | 0.34 | 0.32 | 0.34 | 0.29 |
| P ₂ O ₅ | 40.49 | 42.28 | 41.85 | 41.80 | 43.27 | 41.66 | 42.18 | 42.93 | 42.07 | 42.43 | 42.03 | 43.00 | 42.77 | 42.23 | 41.23 |
| SO ₃ | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Cl | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| H | 1.69 | 1.76 | 1.75 | 1.76 | 1.79 | 1.76 | 1.77 | 1.79 | 1.77 | 1.78 | 1.78 | 1.80 | 1.79 | 1.77 | 1.75 |
| Total | 93.71 | 98.65 | 98.33 | 98.93 | 99.76 | 98.60 | 98.94 | 100.22 | 99.23 | 99.45 | 99.79 | 100.65 | 100.27 | 99.05 | 98.15 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.097 | 0.006 | 0.000 | 0.009 | 0.013 | 0.014 | 0.008 | 0.005 | 0.000 | 0.011 | 0.003 | 0.006 | 0.012 | 0.000 | 0.001 |
| Fe ² | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.011 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.013 | 0.003 | 0.000 | 0.009 | 0.002 |
| Mg | 0.000 | 0.014 | 0.015 | 0.005 | 0.003 | 0.005 | 0.008 | 0.007 | 0.021 | 0.013 | 0.007 | 0.013 | 0.012 | 0.001 | 0.007 |
| Sr | 0.066 | 0.088 | 0.076 | 0.092 | 0.063 | 0.079 | 0.089 | 0.106 | 0.119 | 0.102 | 0.108 | 0.096 | 0.094 | 0.082 | 0.100 |
| Ba | 0.000 | 0.007 | 0.002 | 0.007 | 0.004 | 0.003 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.001 | 0.008 |
| Ca | 9.398 | 9.664 | 9.759 | 9.783 | 9.551 | 9.804 | 9.702 | 9.672 | 9.682 | 9.691 | 9.821 | 9.672 | 9.687 | 9.738 | 9.874 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.015 | 0.012 | 0.008 | 0.011 | 0.018 | 0.011 | 0.016 | 0.014 | 0.011 | 0.000 | 0.012 | 0.009 | 0.009 | 0.006 | 0.000 |
| Ce | 0.047 | 0.010 | 0.020 | 0.021 | 0.009 | 0.019 | 0.014 | 0.001 | 0.040 | 0.010 | 0.014 | 0.021 | 0.019 | 0.021 | 0.018 |
| P | 6.093 | 6.073 | 6.042 | 6.016 | 6.119 | 6.011 | 6.053 | 6.068 | 6.041 | 6.046 | 6.003 | 6.061 | 6.054 | 6.051 | 5.991 |
| S | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.013 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 15.721 | 15.874 | 15.922 | 15.947 | 15.791 | 15.955 | 15.897 | 15.878 | 15.913 | 15.890 | 15.980 | 15.883 | 15.893 | 15.910 | 16.003 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | 407D2 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | C3a | P1 | P1 | P1 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 21 | 21 | 21 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 1 | 1a | 2 | 2a | 3 | 1 | 2a | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Posição | borda | borda | borda | centro | borda | borda | borda | centro | borda | borda | borda | borda |
| SiO ₂ | 0.03 | 0.09 | 0.00 | 0.06 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 0.27 | 0.16 | 0.07 |
| FeO | 0.00 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.09 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| MgO | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.07 | 0.00 |
| SrO | 1.40 | 1.22 | 0.83 | 1.24 | 1.01 | 1.40 | 1.10 | 1.00 | 0.97 | 0.77 | 0.61 | 0.81 |
| BaO | 0.07 | 0.09 | 0.01 | 0.03 | 0.12 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.04 | 0.00 | 0.11 |
| CaO | 54.01 | 52.70 | 53.70 | 52.85 | 53.70 | 54.01 | 54.33 | 54.23 | 54.08 | 53.59 | 52.22 | 52.79 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.14 | 0.19 | 0.10 | 0.13 | 0.00 | 0.14 | 0.19 | 0.15 | 0.15 | 0.23 | 0.26 | 0.28 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.45 | 0.33 | 0.34 | 0.41 | 0.29 | 0.45 | 0.22 | 0.34 | 0.32 | 0.85 | 0.72 | 0.88 |
| P ₂ O ₅ | 42.79 | 37.98 | 42.23 | 40.79 | 41.23 | 42.79 | 42.03 | 43.00 | 42.77 | 43.08 | 43.61 | 42.38 |
| SO ₃ | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.08 | 0.04 | 0.08 |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| H | 1.80 | 1.66 | 1.77 | 1.73 | 1.75 | 1.80 | 1.78 | 1.80 | 1.79 | 1.80 | 1.79 | 1.77 |
| Total | 100.78 | 94.34 | 99.05 | 97.43 | 98.15 | 100.78 | 99.79 | 100.65 | 100.27 | 100.82 | 99.49 | 99.21 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.005 | 0.016 | 0.000 | 0.010 | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 0.006 | 0.012 | 0.045 | 0.027 | 0.012 |
| Fe ² | 0.001 | 0.014 | 0.009 | 0.009 | 0.002 | 0.001 | 0.013 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 |
| Mg | 0.008 | 0.000 | 0.001 | 0.026 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.013 | 0.012 | 0.021 | 0.018 | 0.000 |
| Sr | 0.135 | 0.128 | 0.082 | 0.125 | 0.100 | 0.135 | 0.108 | 0.096 | 0.094 | 0.074 | 0.059 | 0.080 |
| Ba | 0.004 | 0.007 | 0.001 | 0.002 | 0.008 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.003 | 0.000 | 0.007 |
| Ca | 9.654 | 10.219 | 9.738 | 9.806 | 9.874 | 9.654 | 9.821 | 9.672 | 9.687 | 9.538 | 9.346 | 9.570 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.008 | 0.013 | 0.006 | 0.008 | 0.000 | 0.008 | 0.012 | 0.009 | 0.009 | 0.014 | 0.016 | 0.018 |
| Ce | 0.028 | 0.022 | 0.021 | 0.026 | 0.018 | 0.028 | 0.014 | 0.021 | 0.019 | 0.052 | 0.044 | 0.055 |
| P | 6.045 | 5.820 | 6.051 | 5.980 | 5.991 | 6.045 | 6.003 | 6.061 | 6.054 | 6.059 | 6.168 | 6.071 |
| S | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.010 | 0.005 | 0.010 |
| Cations | 15.895 | 16.237 | 15.910 | 15.996 | 16.003 | 15.895 | 15.980 | 15.883 | 15.893 | 15.815 | 15.682 | 15.826 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Ponto | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 | 3 | 1 | 10 | 2 |
| Posição | borda | centro | centro | borda | borda | borda | borda | centro | borda | borda | borda | borda |
| SiO ₂ | 0.04 | 0.96 | 0.90 | 0.06 | 0.06 | 0.79 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.06 | 0.34 | 0.15 |
| FeO | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| MgO | 0.06 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.06 | 0.06 | 0.05 |
| SrO | 0.77 | 0.57 | 0.81 | 0.81 | 0.79 | 0.95 | 0.84 | 0.85 | 0.77 | 0.80 | 0.90 | 0.97 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.01 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.10 | 0.00 |
| CaO | 53.59 | 52.87 | 53.18 | 52.65 | 52.88 | 53.55 | 53.10 | 52.77 | 52.67 | 53.65 | 53.13 | 52.85 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.22 | 0.28 | 0.48 | 0.29 | 0.44 | 0.43 | 0.26 | 0.23 | 0.14 | 0.34 | 0.28 | 0.36 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.66 | 0.96 | 1.03 | 0.82 | 0.65 | 1.02 | 0.59 | 1.16 | 0.52 | 0.71 | 0.92 | 0.89 |
| P ₂ O ₅ | 42.78 | 41.56 | 41.19 | 43.02 | 42.41 | 41.95 | 42.21 | 42.22 | 42.49 | 42.31 | 42.48 | 42.01 |
| SO ₃ | 0.00 | 0.06 | 0.16 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.06 |
| Cl | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 |
| H | 1.79 | 1.77 | 1.77 | 1.78 | 1.77 | 1.79 | 1.77 | 1.76 | 1.77 | 1.78 | 1.79 | 1.76 |
| Total | 99.90 | 99.05 | 99.57 | 99.48 | 99.12 | 100.65 | 98.99 | 99.09 | 98.54 | 99.83 | 100.04 | 99.12 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.006 | 0.162 | 0.152 | 0.009 | 0.010 | 0.133 | 0.000 | 0.005 | 0.005 | 0.010 | 0.057 | 0.026 |
| Fe ² | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.009 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.002 |
| Mg | 0.014 | 0.004 | 0.013 | 0.004 | 0.004 | 0.013 | 0.014 | 0.011 | 0.023 | 0.014 | 0.014 | 0.013 |
| Sr | 0.075 | 0.056 | 0.079 | 0.079 | 0.078 | 0.092 | 0.082 | 0.084 | 0.075 | 0.078 | 0.087 | 0.095 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.005 | 0.001 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.006 | 0.000 |
| Ca | 9.630 | 9.589 | 9.644 | 9.484 | 9.590 | 9.606 | 9.652 | 9.595 | 9.570 | 9.689 | 9.555 | 9.610 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.013 | 0.018 | 0.030 | 0.018 | 0.028 | 0.027 | 0.016 | 0.015 | 0.009 | 0.021 | 0.018 | 0.023 |
| Ce | 0.041 | 0.060 | 0.064 | 0.051 | 0.040 | 0.062 | 0.037 | 0.072 | 0.032 | 0.044 | 0.056 | 0.055 |
| P | 6.075 | 5.956 | 5.904 | 6.123 | 6.078 | 5.946 | 6.063 | 6.066 | 6.101 | 6.037 | 6.036 | 6.036 |
| S | 0.000 | 0.007 | 0.020 | 0.000 | 0.003 | 0.006 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.007 |
| Cations | 15.855 | 15.851 | 15.906 | 15.771 | 15.835 | 15.893 | 15.879 | 15.850 | 15.823 | 15.901 | 15.837 | 15.867 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 10 | 11 | 12 | 2 |
| Posição | borda | centro | centro | centro | borda | borda | borda | borda | borda | borda | borda | borda |
| SiO ₂ | 0.11 | 0.06 | 0.01 | 0.10 | 1.06 | 1.01 | 0.93 | 0.76 | 0.01 | 0.58 | 0.77 | 0.79 |
| FeO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.00 | 0.00 |
| MgO | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.00 | 0.05 |
| SrO | 0.93 | 0.65 | 1.06 | 0.72 | 0.56 | 0.72 | 0.83 | 0.97 | 1.07 | 0.83 | 0.87 | 0.74 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.03 | 0.18 |
| CaO | 53.77 | 53.57 | 53.62 | 53.78 | 53.61 | 53.08 | 53.52 | 53.16 | 52.84 | 53.50 | 52.43 | 53.05 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.20 | 0.30 | 0.32 | 0.26 | 0.41 | 0.65 | 0.46 | 0.51 | 0.23 | 0.26 | 0.43 | 0.35 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.69 | 0.66 | 0.65 | 0.73 | 1.02 | 0.95 | 0.99 | 0.91 | 0.62 | 0.85 | 1.10 | 1.08 |
| P ₂ O ₅ | 42.59 | 42.53 | 41.83 | 43.15 | 40.98 | 41.24 | 41.41 | 40.86 | 43.08 | 42.20 | 42.54 | 41.67 |
| SO ₃ | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.05 |
| Cl | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| H | 1.79 | 1.78 | 1.77 | 1.80 | 1.77 | 1.76 | 1.78 | 1.76 | 1.79 | 1.79 | 1.79 | 1.77 |
| Total | 100.16 | 99.60 | 99.31 | 100.65 | 99.49 | 99.66 | 99.99 | 99.04 | 99.72 | 100.36 | 99.98 | 99.76 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.018 | 0.010 | 0.002 | 0.016 | 0.180 | 0.170 | 0.157 | 0.130 | 0.002 | 0.097 | 0.129 | 0.134 |
| Fe ² | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.006 | 0.010 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.013 | 0.008 | 0.009 | 0.012 | 0.012 | 0.003 | 0.008 | 0.013 | 0.006 | 0.017 | 0.000 | 0.013 |
| Sr | 0.090 | 0.064 | 0.104 | 0.070 | 0.055 | 0.071 | 0.081 | 0.096 | 0.104 | 0.080 | 0.085 | 0.072 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.013 | 0.002 | 0.012 |
| Ca | 9.657 | 9.663 | 9.753 | 9.589 | 9.731 | 9.628 | 9.667 | 9.722 | 9.496 | 9.606 | 9.417 | 9.595 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.013 | 0.018 | 0.020 | 0.016 | 0.025 | 0.040 | 0.029 | 0.032 | 0.014 | 0.016 | 0.027 | 0.022 |
| Ce | 0.042 | 0.041 | 0.040 | 0.045 | 0.063 | 0.059 | 0.061 | 0.057 | 0.038 | 0.052 | 0.068 | 0.066 |
| P | 6.044 | 6.061 | 6.012 | 6.080 | 5.878 | 5.911 | 5.910 | 5.905 | 6.118 | 5.987 | 6.036 | 5.955 |
| S | 0.005 | 0.001 | 0.003 | 0.000 | 0.005 | 0.007 | 0.007 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.007 |
| Cations | 15.880 | 15.866 | 15.944 | 15.835 | 15.949 | 15.900 | 15.919 | 15.963 | 15.788 | 15.881 | 15.765 | 15.876 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 | 2A | 3 | 3A | 4 | 4A |
| Posição | borda | borda | centro | centro | centro | borda | borda | borda | borda | borda | centro | centro | borda | centro |
| SiO ₂ | 0.85 | 0.75 | 0.99 | 0.95 | 1.00 | 0.59 | 0.15 | 0.68 | 0.75 | 0.49 | 0.68 | 0.70 | 0.61 | 0.73 |
| FeO | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.05 |
| MgO | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.07 | 0.02 | 0.06 | 0.03 | 0.03 |
| SrO | 0.60 | 0.66 | 0.63 | 0.65 | 0.75 | 0.65 | 0.91 | 0.71 | 0.98 | 0.76 | 0.53 | 0.77 | 0.77 | 0.83 |
| BaO | 0.06 | 0.07 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 |
| CaO | 53.11 | 53.58 | 53.39 | 52.88 | 52.94 | 53.17 | 52.72 | 53.02 | 52.32 | 52.84 | 51.62 | 52.19 | 52.30 | 52.75 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.59 | 0.39 | 0.47 | 0.45 | 0.54 | 0.34 | 0.23 | 0.34 | 0.27 | 0.52 | 0.50 | 0.51 | 0.42 | 0.48 |
| Ce ₂ O ₃ | 1.06 | 1.08 | 1.03 | 0.97 | 1.10 | 0.73 | 0.96 | 0.94 | 0.81 | 0.90 | 0.98 | 1.24 | 0.84 | 1.27 |
| P ₂ O ₅ | 41.52 | 42.04 | 41.18 | 41.60 | 41.01 | 42.30 | 42.29 | 41.94 | 42.30 | 41.63 | 42.90 | 40.90 | 42.25 | 40.56 |
| SO ₃ | 0.06 | 0.06 | 0.13 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.08 |
| Cl | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| H | 1.77 | 1.79 | 1.77 | 1.77 | 1.76 | 1.78 | 1.77 | 1.78 | 1.78 | 1.76 | 1.78 | 1.75 | 1.77 | 1.74 |
| Total | 99.70 | 100.48 | 99.66 | 99.34 | 99.13 | 99.63 | 99.09 | 99.69 | 99.34 | 99.11 | 99.05 | 98.16 | 99.04 | 98.59 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.144 | 0.125 | 0.167 | 0.160 | 0.169 | 0.100 | 0.026 | 0.115 | 0.125 | 0.084 | 0.114 | 0.120 | 0.103 | 0.125 |
| Fe ² | 0.000 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.007 |
| Mg | 0.015 | 0.006 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.006 | 0.009 | 0.008 | 0.016 | 0.017 | 0.004 | 0.014 | 0.008 | 0.008 |
| Sr | 0.059 | 0.064 | 0.062 | 0.064 | 0.074 | 0.064 | 0.089 | 0.070 | 0.096 | 0.075 | 0.052 | 0.077 | 0.075 | 0.083 |
| Ba | 0.004 | 0.005 | 0.003 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 |
| Ca | 9.612 | 9.612 | 9.673 | 9.581 | 9.650 | 9.575 | 9.567 | 9.574 | 9.439 | 9.618 | 9.299 | 9.610 | 9.466 | 9.708 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.037 | 0.024 | 0.030 | 0.028 | 0.034 | 0.021 | 0.014 | 0.021 | 0.017 | 0.032 | 0.031 | 0.032 | 0.026 | 0.030 |
| Ce | 0.065 | 0.066 | 0.063 | 0.060 | 0.068 | 0.045 | 0.060 | 0.058 | 0.050 | 0.056 | 0.060 | 0.078 | 0.052 | 0.080 |
| P | 5.938 | 5.960 | 5.895 | 5.957 | 5.907 | 6.019 | 6.064 | 5.984 | 6.030 | 5.987 | 6.107 | 5.951 | 6.043 | 5.898 |
| S | 0.008 | 0.008 | 0.016 | 0.000 | 0.006 | 0.003 | 0.004 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | 0.005 | 0.005 | 0.007 | 0.010 |
| Cations | 15.882 | 15.874 | 15.911 | 15.861 | 15.908 | 15.832 | 15.833 | 15.854 | 15.782 | 15.880 | 15.671 | 15.889 | 15.781 | 15.953 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | SF101.7 | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P1 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Ponto | 5A | 6 | 7 | 1 | 2A | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 |
| Posição | centro | centro | borda | borda | borda | centro | centro | borda | borda | borda | centro | centro | borda | borda | borda |
| SiO ₂ | 0.98 | 0.67 | 0.03 | 0.01 | 0.80 | 1.01 | 0.84 | 0.76 | 0.05 | 0.35 | 0.21 | 0.42 | 0.16 | 0.06 | 0.16 |
| FeO | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.09 | 0.10 | 0.05 | 0.00 | 0.08 | 0.11 | 0.00 | 0.00 |
| MgO | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.09 | 0.01 | 0.03 | 0.00 |
| SrO | 0.62 | 0.78 | 0.99 | 1.28 | 0.77 | 0.82 | 0.77 | 0.74 | 0.82 | 0.48 | 0.71 | 0.87 | 0.77 | 1.03 | 0.60 |
| BaO | 0.04 | 0.09 | 0.17 | 0.15 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.09 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.16 |
| CaO | 52.96 | 53.13 | 52.97 | 52.83 | 53.08 | 52.53 | 52.51 | 52.32 | 53.56 | 54.40 | 54.26 | 53.34 | 53.94 | 52.61 | 52.84 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.51 | 0.57 | 0.33 | 0.22 | 0.31 | 0.46 | 0.53 | 0.39 | 0.26 | 0.00 | 0.35 | 0.25 | 0.24 | 0.09 | 0.00 |
| Ce ₂ O ₃ | 1.04 | 1.03 | 0.50 | 0.65 | 1.01 | 0.92 | 0.97 | 0.99 | 0.44 | 0.52 | 0.62 | 0.48 | 0.33 | 0.24 | 0.14 |
| P ₂ O ₅ | 41.05 | 41.45 | 42.59 | 42.46 | 40.41 | 40.42 | 40.57 | 40.87 | 41.96 | 40.63 | 41.88 | 39.76 | 41.35 | 42.42 | 42.05 |
| SO ₃ | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.04 | 0.11 | 0.05 | 0.09 | 0.02 | 0.13 | 0.07 | 0.15 | 0.04 | 0.10 | 0.00 |
| Cl | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| H | 1.76 | 1.76 | 1.78 | 1.77 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.75 | 1.76 | 1.75 | 1.78 | 1.71 | 1.76 | 1.76 |
| Total | 99.10 | 99.54 | 99.42 | 99.47 | 98.25 | 98.07 | 98.12 | 98.06 | 99.07 | 98.37 | 100.04 | 97.18 | 98.72 | 98.36 | 97.71 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.167 | 0.113 | 0.005 | 0.002 | 0.137 | 0.174 | 0.144 | 0.131 | 0.008 | 0.061 | 0.035 | 0.074 | 0.028 | 0.011 | 0.027 |
| Fe ² | 0.005 | 0.004 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.013 | 0.014 | 0.007 | 0.000 | 0.011 | 0.015 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.007 | 0.004 | 0.012 | 0.010 | 0.006 | 0.013 | 0.009 | 0.015 | 0.013 | 0.014 | 0.014 | 0.023 | 0.004 | 0.008 | 0.000 |
| Sr | 0.061 | 0.077 | 0.097 | 0.125 | 0.077 | 0.082 | 0.077 | 0.074 | 0.081 | 0.048 | 0.069 | 0.088 | 0.076 | 0.101 | 0.060 |
| Ba | 0.003 | 0.006 | 0.011 | 0.010 | 0.004 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.006 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.011 |
| Ca | 9.649 | 9.654 | 9.578 | 9.566 | 9.785 | 9.677 | 9.680 | 9.623 | 9.735 | 9.983 | 9.793 | 9.950 | 9.857 | 9.565 | 9.666 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.032 | 0.036 | 0.020 | 0.014 | 0.020 | 0.029 | 0.034 | 0.025 | 0.016 | 0.000 | 0.022 | 0.016 | 0.015 | 0.006 | 0.000 |
| Ce | 0.065 | 0.064 | 0.031 | 0.040 | 0.063 | 0.058 | 0.061 | 0.062 | 0.027 | 0.033 | 0.038 | 0.030 | 0.020 | 0.015 | 0.009 |
| P | 5.910 | 5.952 | 6.085 | 6.075 | 5.886 | 5.884 | 5.910 | 5.939 | 6.027 | 5.892 | 5.972 | 5.861 | 5.971 | 6.095 | 6.079 |
| S | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.005 | 0.014 | 0.006 | 0.012 | 0.003 | 0.016 | 0.009 | 0.019 | 0.005 | 0.013 | 0.000 |
| Cations | 15.904 | 15.910 | 15.842 | 15.847 | 15.982 | 15.929 | 15.931 | 15.893 | 15.925 | 16.054 | 15.959 | 16.072 | 15.990 | 15.812 | 15.851 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 |
| Grão | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 1 | 2 | 3 | 3A | 4 | 5 | 1 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Posição | centro | borda | borda | centro | centro | centro | borda | borda | | borda | borda | centro | borda | borda |
| SiO ₂ | 0.71 | 0.04 | 0.38 | 0.35 | 0.50 | 0.41 | 0.06 | 0.20 | 0.37 | 0.45 | 0.51 | 0.59 | 0.42 | 0.49 |
| FeO | 0.08 | 0.12 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.07 | 0.10 | 0.03 | 0.05 | 0.01 | 0.00 |
| MgO | 0.12 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.09 | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.10 |
| SrO | 0.75 | 0.80 | 0.73 | 0.74 | 0.82 | 0.84 | 0.83 | 0.84 | 0.72 | 0.85 | 0.52 | 0.85 | 0.92 | 0.79 |
| BaO | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.19 |
| CaO | 51.79 | 52.88 | 51.99 | 52.39 | 52.90 | 52.26 | 52.83 | 53.15 | 54.28 | 52.05 | 53.14 | 52.54 | 52.91 | 52.53 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.19 | 0.16 | 0.00 | 0.15 | 0.23 | 0.32 | 0.29 | 0.16 | 0.17 | 0.16 | 0.16 | 0.23 | 0.21 | 0.24 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.48 | 0.51 | 0.37 | 0.51 | 0.52 | 0.46 | 0.27 | 0.30 | 0.44 | 0.47 | 0.56 | 0.53 | 0.51 | 0.55 |
| P ₂ O ₅ | 40.91 | 43.07 | 41.26 | 42.84 | 41.86 | 41.68 | 42.98 | 42.47 | 42.60 | 42.29 | 41.97 | 41.82 | 41.78 | 41.72 |
| SO ₃ | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 0.05 | 0.11 | 0.06 | 0.04 |
| Cl | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| H | 1.73 | 1.78 | 1.72 | 1.78 | 1.76 | 1.75 | 1.78 | 1.77 | 1.80 | 1.76 | 1.77 | 1.76 | 1.76 | 1.76 |
| Total | 96.83 | 99.43 | 96.61 | 98.99 | 98.71 | 97.91 | 99.18 | 99.02 | 100.57 | 98.30 | 98.83 | 98.55 | 98.64 | 98.43 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.123 | 0.007 | 0.066 | 0.059 | 0.084 | 0.070 | 0.009 | 0.033 | 0.062 | 0.076 | 0.087 | 0.100 | 0.071 | 0.084 |
| Fe ² | 0.012 | 0.017 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.005 | 0.004 | 0.009 | 0.014 | 0.004 | 0.007 | 0.002 | 0.000 |
| Mg | 0.031 | 0.010 | 0.011 | 0.003 | 0.022 | 0.021 | 0.011 | 0.006 | 0.013 | 0.012 | 0.015 | 0.019 | 0.012 | 0.026 |
| Sr | 0.075 | 0.078 | 0.074 | 0.072 | 0.081 | 0.083 | 0.081 | 0.082 | 0.070 | 0.084 | 0.051 | 0.084 | 0.091 | 0.078 |
| Ba | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.013 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.013 |
| Ca | 9.590 | 9.513 | 9.631 | 9.453 | 9.618 | 9.574 | 9.520 | 9.613 | 9.689 | 9.462 | 9.634 | 9.556 | 9.635 | 9.585 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.012 | 0.010 | 0.000 | 0.009 | 0.014 | 0.020 | 0.018 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.014 | 0.013 | 0.015 |
| Ce | 0.031 | 0.031 | 0.023 | 0.032 | 0.033 | 0.029 | 0.017 | 0.018 | 0.027 | 0.029 | 0.035 | 0.033 | 0.032 | 0.034 |
| P | 5.985 | 6.123 | 6.040 | 6.108 | 6.014 | 6.033 | 6.120 | 6.070 | 6.010 | 6.076 | 6.013 | 6.009 | 6.011 | 6.016 |
| S | 0.007 | 0.000 | 0.004 | 0.003 | 0.003 | 0.007 | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.008 | 0.007 | 0.014 | 0.008 | 0.006 |
| Cations | 15.865 | 15.789 | 15.856 | 15.752 | 15.867 | 15.841 | 15.786 | 15.843 | 15.897 | 15.773 | 15.859 | 15.835 | 15.874 | 15.856 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Posição | borda | centro | centro | borda | borda | borda | borda | centro | borda | borda | borda | borda | centro | centro |
| SiO ₂ | 0.40 | 0.56 | 0.46 | 0.36 | 0.35 | 0.54 | 0.32 | 0.59 | 0.37 | 0.34 | 0.10 | 0.31 | 0.50 | 0.58 |
| FeO | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.09 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.00 |
| MgO | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.09 | 0.02 | 0.06 | 0.08 | 0.10 |
| SrO | 0.74 | 0.82 | 1.02 | 0.99 | 0.98 | 0.71 | 0.95 | 0.93 | 0.97 | 0.72 | 0.73 | 0.78 | 0.61 | 0.60 |
| BaO | 0.11 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 53.43 | 52.56 | 53.16 | 52.71 | 53.52 | 53.47 | 53.57 | 53.25 | 53.18 | 53.81 | 52.54 | 53.31 | 53.09 | 52.93 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.19 | 0.29 | 0.23 | 0.25 | 0.16 | 0.33 | 0.00 | 0.35 | 0.31 | 0.45 | 0.11 | 0.13 | 0.12 | 0.16 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.36 | 0.53 | 0.51 | 0.40 | 0.53 | 0.67 | 0.55 | 0.36 | 0.46 | 0.45 | 0.36 | 0.65 | 0.52 | 0.61 |
| P ₂ O ₅ | 42.23 | 42.37 | 41.83 | 42.01 | 42.22 | 42.25 | 42.71 | 42.23 | 43.27 | 42.43 | 43.40 | 43.12 | 42.44 | 41.69 |
| SO ₃ | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.11 |
| Cl | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 |
| H | 1.78 | 1.78 | 1.77 | 1.76 | 1.78 | 1.78 | 1.79 | 1.78 | 1.80 | 1.79 | 1.79 | 1.80 | 1.78 | 1.76 |
| Total | 99.38 | 99.02 | 99.16 | 98.62 | 99.62 | 99.92 | 99.96 | 99.77 | 100.47 | 100.22 | 99.09 | 100.31 | 99.21 | 98.55 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.068 | 0.095 | 0.077 | 0.061 | 0.059 | 0.090 | 0.054 | 0.099 | 0.062 | 0.057 | 0.016 | 0.052 | 0.083 | 0.098 |
| Fe ² | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.006 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.009 | 0.002 | 0.013 | 0.000 | 0.007 | 0.002 | 0.000 |
| Mg | 0.017 | 0.010 | 0.008 | 0.013 | 0.010 | 0.010 | 0.015 | 0.019 | 0.014 | 0.021 | 0.006 | 0.016 | 0.021 | 0.025 |
| Sr | 0.072 | 0.080 | 0.100 | 0.098 | 0.095 | 0.069 | 0.092 | 0.090 | 0.094 | 0.070 | 0.071 | 0.076 | 0.060 | 0.060 |
| Ba | 0.007 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 9.641 | 9.495 | 9.645 | 9.590 | 9.654 | 9.608 | 9.606 | 9.585 | 9.469 | 9.648 | 9.434 | 9.511 | 9.565 | 9.627 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.012 | 0.018 | 0.014 | 0.016 | 0.010 | 0.021 | 0.000 | 0.021 | 0.019 | 0.028 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.010 |
| Ce | 0.022 | 0.033 | 0.032 | 0.025 | 0.033 | 0.041 | 0.033 | 0.022 | 0.028 | 0.028 | 0.022 | 0.040 | 0.032 | 0.038 |
| P | 6.021 | 6.049 | 5.997 | 6.039 | 6.018 | 5.999 | 6.052 | 6.006 | 6.089 | 6.012 | 6.158 | 6.078 | 6.043 | 5.992 |
| S | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.004 | 0.003 | 0.013 | 0.000 | 0.004 | 0.002 | 0.007 | 0.006 | 0.006 | 0.007 | 0.013 |
| Cations | 15.869 | 15.788 | 15.888 | 15.852 | 15.886 | 15.854 | 15.852 | 15.862 | 15.778 | 15.884 | 15.720 | 15.796 | 15.819 | 15.863 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | 37B65B | 37B65B | 37B65B | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| Posição | centro | borda | borda | borda | borda | centro | borda | borda | borda | borda | borda | borda |
| SiO ₂ | 0.33 | 0.30 | 0.04 | 0.04 | 0.19 | 0.16 | 0.18 | 0.12 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 0.04 |
| FeO | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 |
| MgO | 0.08 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.11 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.09 | 0.02 | 0.04 | 0.00 |
| SrO | 0.77 | 0.80 | 0.65 | 0.82 | 0.87 | 0.72 | 0.89 | 0.93 | 0.66 | 0.76 | 0.77 | 0.62 |
| BaO | 0.08 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| CaO | 53.08 | 53.55 | 53.19 | 55.50 | 54.81 | 55.22 | 54.81 | 55.20 | 54.57 | 55.32 | 54.85 | 53.52 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.28 | 0.27 | 0.24 | 0.00 | 0.18 | 0.18 | 0.09 | 0.29 | 0.07 | 0.09 | 0.24 | 0.09 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.48 | 0.51 | 0.41 | 0.50 | 0.31 | 0.20 | 0.37 | 0.13 | 0.42 | 0.06 | 0.30 | 0.15 |
| P ₂ O ₅ | 42.11 | 42.59 | 42.49 | 41.13 | 40.69 | 41.26 | 40.63 | 41.06 | 39.96 | 40.32 | 41.13 | 42.43 |
| SO ₃ | 0.09 | 0.05 | 0.06 | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.09 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.06 |
| Cl | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| H | 1.77 | 1.79 | 1.77 | 1.77 | 1.76 | 1.77 | 1.75 | 1.77 | 1.73 | 1.74 | 1.76 | 1.77 |
| Total | 99.08 | 100.03 | 98.99 | 99.88 | 99.00 | 99.74 | 98.85 | 99.76 | 97.55 | 98.46 | 99.27 | 98.71 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.055 | 0.050 | 0.007 | 0.008 | 0.032 | 0.027 | 0.032 | 0.021 | 0.005 | 0.011 | 0.005 | 0.007 |
| Fe ² | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.003 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.002 |
| Mg | 0.020 | 0.015 | 0.009 | 0.014 | 0.028 | 0.018 | 0.023 | 0.027 | 0.022 | 0.006 | 0.011 | 0.000 |
| Sr | 0.076 | 0.078 | 0.064 | 0.081 | 0.086 | 0.071 | 0.088 | 0.092 | 0.066 | 0.076 | 0.076 | 0.061 |
| Ba | 0.005 | 0.007 | 0.005 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 |
| Ca | 9.614 | 9.609 | 9.628 | 10.080 | 10.036 | 10.011 | 10.052 | 10.027 | 10.153 | 10.189 | 10.004 | 9.693 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.017 | 0.016 | 0.015 | 0.000 | 0.012 | 0.011 | 0.006 | 0.018 | 0.004 | 0.006 | 0.015 | 0.006 |
| Ce | 0.029 | 0.031 | 0.026 | 0.031 | 0.020 | 0.012 | 0.023 | 0.008 | 0.027 | 0.004 | 0.019 | 0.010 |
| P | 6.027 | 6.040 | 6.077 | 5.903 | 5.887 | 5.911 | 5.888 | 5.894 | 5.875 | 5.869 | 5.928 | 6.073 |
| S | 0.012 | 0.006 | 0.008 | 0.000 | 0.007 | 0.008 | 0.003 | 0.012 | 0.005 | 0.006 | 0.008 | 0.008 |
| Cations | 15.856 | 15.853 | 15.842 | 16.122 | 16.109 | 16.079 | 16.115 | 16.103 | 16.157 | 16.170 | 16.071 | 15.860 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 | P2 |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Posição | borda | borda | centro | borda | borda | borda | centro | borda | borda | borda |
| SiO ₂ | 0.20 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.10 | 0.09 | 0.04 | 0.06 |
| FeO | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.74 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.01 |
| MgO | 0.12 | 0.04 | 0.07 | 0.02 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | 0.03 | 0.06 |
| SrO | 0.91 | 0.97 | 0.67 | 0.96 | 0.94 | 0.80 | 0.68 | 0.87 | 0.94 | 0.81 |
| BaO | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.31 | 0.12 | 0.11 | 0.00 | 0.00 |
| CaO | 53.42 | 53.19 | 53.86 | 53.36 | 53.06 | 52.93 | 53.63 | 52.88 | 53.15 | 53.47 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.09 | 0.07 | 0.09 | 0.00 | 0.05 | 0.07 | 0.25 | 0.13 | 0.28 | 0.17 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.40 | 0.19 | 0.24 | 0.35 | 0.30 | 0.20 | 0.36 | 0.31 | 0.26 | 0.29 |
| P ₂ O ₅ | 42.84 | 43.22 | 42.90 | 43.15 | 43.38 | 42.86 | 43.58 | 43.10 | 43.32 | 43.35 |
| SO ₃ | 0.07 | 0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.07 | 0.03 | 0.05 | 0.08 | 0.13 | 0.02 |
| Cl | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| H | 1.79 | 1.79 | 1.79 | 1.80 | 1.80 | 1.78 | 1.81 | 1.78 | 1.80 | 1.80 |
| Total | 99.87 | 99.67 | 99.78 | 100.43 | 99.77 | 99.17 | 100.67 | 99.44 | 99.97 | 100.04 |
| Cations O=25 | | | | | | | | | | |
| Si | 0.033 | 0.010 | 0.013 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.016 | 0.015 | 0.007 | 0.010 |
| Fe ² | 0.004 | 0.000 | 0.005 | 0.103 | 0.007 | 0.008 | 0.004 | 0.000 | 0.004 | 0.001 |
| Mg | 0.029 | 0.009 | 0.016 | 0.006 | 0.019 | 0.021 | 0.013 | 0.018 | 0.008 | 0.016 |
| Sr | 0.089 | 0.094 | 0.065 | 0.093 | 0.091 | 0.078 | 0.066 | 0.085 | 0.090 | 0.079 |
| Ba | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.021 | 0.008 | 0.007 | 0.000 | 0.000 |
| Ca | 9.575 | 9.534 | 9.651 | 9.529 | 9.487 | 9.548 | 9.519 | 9.497 | 9.496 | 9.547 |
| Na | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.006 | 0.004 | 0.006 | 0.000 | 0.003 | 0.004 | 0.015 | 0.008 | 0.017 | 0.011 |
| Ce | 0.025 | 0.012 | 0.014 | 0.022 | 0.018 | 0.012 | 0.022 | 0.019 | 0.016 | 0.018 |
| P | 6.067 | 6.121 | 6.075 | 6.089 | 6.129 | 6.109 | 6.113 | 6.117 | 6.116 | 6.116 |
| S | 0.008 | 0.003 | 0.007 | 0.000 | 0.009 | 0.004 | 0.007 | 0.010 | 0.017 | 0.002 |
| Cations | 15.834 | 15.795 | 15.851 | 15.849 | 15.771 | 15.813 | 15.782 | 15.775 | 15.770 | 15.799 |

Anexo I – Análises de apatita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 25 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a | b1a |
| Grão | 1a | 1a | 1a | 1a | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 4 | 5 | 1 | 1a | 1b | 2 | 2a | 3 | 3a | 4 |
| Posição | b | c | c | b | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 0.06 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.11 | 0.00 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.00 | 0.05 |
| TiO ₂ | 4.24 | 5.48 | 7.46 | 5.73 | 4.48 | 4.07 | 4.93 | 4.14 | 4.98 | 4.69 | 4.82 | 5.19 | 5.86 | 5.85 | 5.61 | 6.81 |
| Al ₂ O ₃ | 0.02 | 0.00 | 0.06 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.63 | 0.04 | 0.03 | 0.10 | 0.05 | 0.06 | 0.02 |
| Cr ₂ O ₃ | 1.91 | 1.65 | 1.80 | 1.76 | 1.50 | 1.46 | 1.46 | 1.47 | 1.50 | 1.41 | 1.39 | 1.38 | 1.55 | 1.50 | 1.47 | 1.46 |
| FeO | 30.71 | 31.13 | 31.91 | 30.98 | 32.18 | 31.62 | 32.32 | 31.80 | 32.14 | 30.93 | 31.53 | 32.04 | 32.32 | 32.62 | 32.02 | 32.77 |
| Fe ₂ O ₃ | 58.18 | 57.01 | 52.42 | 55.02 | 59.15 | 59.63 | 59.15 | 59.50 | 57.88 | 56.72 | 58.72 | 57.95 | 56.10 | 56.22 | 56.84 | 54.80 |
| MnO | 0.50 | 0.62 | 0.64 | 0.63 | 0.36 | 0.32 | 0.41 | 0.28 | 0.34 | 0.57 | 0.60 | 0.44 | 0.38 | 0.32 | 0.49 | 0.52 |
| MgO | 1.90 | 2.41 | 2.92 | 2.28 | 1.55 | 1.49 | 1.82 | 1.50 | 1.74 | 2.01 | 1.93 | 1.88 | 2.07 | 2.00 | 2.06 | 2.31 |
| CaO | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| NiO | 0.24 | 0.25 | 0.22 | 0.25 | 0.16 | 0.11 | 0.18 | 0.24 | 0.19 | 0.22 | 0.18 | 0.19 | 0.28 | 0.15 | 0.22 | 0.28 |
| ZnO | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.11 | 0.15 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.21 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 |
| V ₂ O ₅ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 97.80 | 98.55 | 97.53 | 96.78 | 99.63 | 98.89 | 100.34 | 99.07 | 98.80 | 97.29 | 99.24 | 99.35 | 98.70 | 98.85 | 98.78 | 99.06 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.019 | 0.000 | 0.015 | 0.014 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.010 | 0.033 | 0.001 | 0.014 | 0.011 | 0.020 | 0.000 | 0.015 |
| Ti | 0.984 | 1.258 | 1.718 | 1.338 | 1.024 | 0.939 | 1.118 | 0.954 | 1.145 | 1.089 | 1.103 | 1.187 | 1.345 | 1.342 | 1.287 | 1.554 |
| Al | 0.007 | 0.000 | 0.021 | 0.004 | 0.011 | 0.008 | 0.001 | 0.031 | 0.000 | 0.228 | 0.013 | 0.010 | 0.035 | 0.019 | 0.020 | 0.008 |
| Cr | 0.467 | 0.398 | 0.436 | 0.432 | 0.360 | 0.354 | 0.348 | 0.357 | 0.363 | 0.344 | 0.335 | 0.333 | 0.374 | 0.361 | 0.355 | 0.351 |
| Fe ² | 7.931 | 7.942 | 8.168 | 8.047 | 8.184 | 8.107 | 8.142 | 8.135 | 8.225 | 7.988 | 8.022 | 8.145 | 8.246 | 8.315 | 8.170 | 8.310 |
| Fe ³ | 13.520 | 13.086 | 12.076 | 12.859 | 13.535 | 13.759 | 13.409 | 13.698 | 13.327 | 13.184 | 13.445 | 13.255 | 12.879 | 12.897 | 13.050 | 12.505 |
| Mn | 0.129 | 0.160 | 0.166 | 0.167 | 0.092 | 0.082 | 0.104 | 0.074 | 0.089 | 0.148 | 0.153 | 0.114 | 0.099 | 0.082 | 0.126 | 0.135 |
| Mg | 0.872 | 1.096 | 1.334 | 1.055 | 0.703 | 0.682 | 0.819 | 0.685 | 0.795 | 0.925 | 0.875 | 0.850 | 0.941 | 0.907 | 0.937 | 1.045 |
| Ca | 0.006 | 0.000 | 0.002 | 0.008 | 0.016 | 0.006 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.008 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 |
| Ni | 0.059 | 0.061 | 0.054 | 0.063 | 0.039 | 0.028 | 0.044 | 0.060 | 0.046 | 0.054 | 0.044 | 0.046 | 0.070 | 0.036 | 0.055 | 0.068 |
| Zn | 0.005 | 0.000 | 0.010 | 0.012 | 0.024 | 0.034 | 0.009 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.046 | 0.000 | 0.020 | 0.000 | 0.000 |
| V | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.002 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios.

| Amostra | FVL68 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | 211.5B | 211.5B |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| Unidade | b1a | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b1b | b2a | b2a |
| Grão | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4a | 5 | 1 | 1a |
| Posição | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 0.07 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.10 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.04 | 2.14 | 0.08 |
| TiO ₂ | 5.44 | 4.41 | 3.21 | 1.66 | 0.94 | 1.05 | 1.41 | 1.26 | 0.81 | 1.02 | 0.70 | 5.64 | 2.19 |
| Al ₂ O ₃ | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.13 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.09 | 0.00 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 1.42 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.12 | 0.06 | 0.08 | 0.11 | 0.07 | 0.08 | 0.78 | 0.84 |
| FeO | 31.91 | 30.98 | 31.00 | 30.73 | 29.80 | 31.62 | 31.57 | 31.27 | 30.96 | 30.87 | 31.40 | 36.06 | 32.95 |
| Fe ₂ O ₃ | 57.72 | 57.27 | 60.73 | 64.48 | 65.64 | 65.94 | 65.44 | 65.51 | 65.56 | 66.64 | 66.97 | 52.13 | 63.24 |
| MnO | 0.60 | 0.35 | 0.33 | 0.17 | 0.19 | 0.33 | 0.54 | 0.25 | 0.28 | 0.82 | 0.30 | 0.74 | 0.85 |
| MgO | 2.01 | 1.21 | 1.04 | 0.61 | 0.81 | 0.21 | 0.41 | 0.44 | 0.36 | 0.30 | 0.35 | 0.28 | 0.22 |
| CaO | 0.04 | 0.15 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.07 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.10 | 0.04 | 2.10 | 0.15 |
| NiO | 0.33 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.04 | 0.08 | 0.03 | 0.06 | 0.00 | 0.02 |
| ZnO | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.08 | 0.07 | 0.02 | 0.08 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.08 |
| V ₂ O ₅ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.22 | 0.26 | 0.15 | 0.23 | 0.15 | 0.25 | 0.28 | 0.44 |
| Total | 99.68 | 94.40 | 96.43 | 97.71 | 97.57 | 99.71 | 100.06 | 99.17 | 98.77 | 100.18 | 100.27 | 100.16 | 101.06 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.020 | 0.000 | 0.015 | 0.000 | 0.033 | 0.013 | 0.011 | 0.000 | 0.031 | 0.000 | 0.013 | 0.643 | 0.025 |
| Ti | 1.238 | 1.067 | 0.763 | 0.391 | 0.221 | 0.242 | 0.325 | 0.293 | 0.189 | 0.236 | 0.162 | 1.275 | 0.501 |
| Al | 0.003 | 0.003 | 0.001 | 0.006 | 0.013 | 0.017 | 0.047 | 0.054 | 0.051 | 0.048 | 0.031 | 0.001 | 0.000 |
| Cr | 0.339 | 0.000 | 0.007 | 0.005 | 0.000 | 0.029 | 0.015 | 0.019 | 0.027 | 0.017 | 0.020 | 0.184 | 0.202 |
| Fe ² | 8.074 | 8.334 | 8.188 | 8.054 | 7.809 | 8.149 | 8.091 | 8.085 | 8.041 | 7.909 | 8.039 | 9.065 | 8.366 |
| Fe ³ | 13.142 | 13.863 | 14.436 | 15.207 | 15.479 | 15.295 | 15.092 | 15.241 | 15.322 | 15.363 | 15.431 | 11.793 | 14.447 |
| Mn | 0.154 | 0.096 | 0.087 | 0.044 | 0.049 | 0.085 | 0.141 | 0.064 | 0.073 | 0.214 | 0.078 | 0.189 | 0.219 |
| Mg | 0.905 | 0.582 | 0.491 | 0.284 | 0.380 | 0.094 | 0.187 | 0.201 | 0.168 | 0.138 | 0.158 | 0.124 | 0.097 |
| Ca | 0.012 | 0.051 | 0.006 | 0.000 | 0.016 | 0.021 | 0.000 | 0.005 | 0.021 | 0.034 | 0.012 | 0.676 | 0.049 |
| Ni | 0.080 | 0.004 | 0.006 | 0.008 | 0.001 | 0.000 | 0.033 | 0.009 | 0.020 | 0.007 | 0.015 | 0.000 | 0.005 |
| Zn | 0.033 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.018 | 0.016 | 0.005 | 0.018 | 0.010 | 0.000 | 0.003 | 0.018 |
| V | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.044 | 0.052 | 0.030 | 0.047 | 0.030 | 0.050 | 0.055 | 0.089 |
| Cations | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.008 | 24.010 | 24.006 | 24.009 | 24.006 | 24.009 | 24.010 | 24.017 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2a | b2a | b2a | b2a | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 0.02 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.11 | 0.09 | 0.03 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.05 |
| TiO ₂ | 2.40 | 2.45 | 2.61 | 2.32 | 1.50 | 3.07 | 2.77 | 2.63 | 1.63 | 1.03 | 1.85 | 1.17 | 0.74 | 1.18 | 1.51 | 1.21 |
| Al ₂ O ₃ | 0.05 | 0.07 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.04 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.97 | 1.04 | 1.16 | 1.03 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| FeO | 32.76 | 33.04 | 33.00 | 33.13 | 30.41 | 31.81 | 31.35 | 31.50 | 30.26 | 29.69 | 31.00 | 29.99 | 29.69 | 30.42 | 33.42 | 33.04 |
| Fe ₂ O ₃ | 62.98 | 62.15 | 62.26 | 62.11 | 63.31 | 60.39 | 60.97 | 61.12 | 61.90 | 62.59 | 62.45 | 62.66 | 63.86 | 64.04 | 64.32 | 64.36 |
| MnO | 0.99 | 0.81 | 1.04 | 0.88 | 0.46 | 0.58 | 0.75 | 0.49 | 0.50 | 0.22 | 0.32 | 0.29 | 0.16 | 0.26 | 0.29 | 0.23 |
| MgO | 0.25 | 0.47 | 0.31 | 0.06 | 0.16 | 0.15 | 0.19 | 0.15 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.02 |
| CaO | 0.01 | 0.06 | 0.02 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.17 | 0.03 | 0.04 | 0.18 | 0.16 | 0.02 | 0.02 |
| NiO | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.00 |
| ZnO | 0.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 0.02 | 0.09 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 |
| V ₂ O ₅ | 0.36 | 0.51 | 0.37 | 0.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.64 | 0.66 |
| Total | 100.94 | 100.71 | 100.86 | 100.13 | 96.02 | 96.15 | 96.20 | 95.96 | 94.63 | 93.87 | 95.81 | 94.37 | 94.75 | 96.19 | 100.30 | 99.84 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.005 | 0.024 | 0.012 | 0.011 | 0.008 | 0.009 | 0.009 | 0.005 | 0.036 | 0.029 | 0.010 | 0.019 | 0.014 | 0.010 | 0.005 | 0.014 |
| Ti | 0.548 | 0.559 | 0.598 | 0.536 | 0.361 | 0.736 | 0.665 | 0.632 | 0.397 | 0.254 | 0.446 | 0.286 | 0.182 | 0.284 | 0.349 | 0.280 |
| Al | 0.016 | 0.025 | 0.010 | 0.018 | 0.012 | 0.008 | 0.017 | 0.006 | 0.004 | 0.003 | 0.009 | 0.013 | 0.009 | 0.003 | 0.008 | 0.014 |
| Cr | 0.234 | 0.249 | 0.280 | 0.250 | 0.005 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 |
| Fe ² | 8.325 | 8.397 | 8.387 | 8.497 | 8.138 | 8.488 | 8.360 | 8.428 | 8.218 | 8.134 | 8.318 | 8.174 | 8.061 | 8.134 | 8.573 | 8.520 |
| Fe ³ | 14.404 | 14.213 | 14.239 | 14.336 | 15.243 | 14.502 | 14.633 | 14.716 | 15.128 | 15.430 | 15.079 | 15.369 | 15.600 | 15.408 | 14.850 | 14.935 |
| Mn | 0.254 | 0.210 | 0.269 | 0.229 | 0.123 | 0.156 | 0.203 | 0.132 | 0.138 | 0.061 | 0.088 | 0.080 | 0.043 | 0.070 | 0.076 | 0.060 |
| Mg | 0.113 | 0.213 | 0.139 | 0.027 | 0.077 | 0.069 | 0.090 | 0.070 | 0.039 | 0.021 | 0.029 | 0.020 | 0.029 | 0.029 | 0.024 | 0.009 |
| Ca | 0.004 | 0.020 | 0.005 | 0.021 | 0.025 | 0.021 | 0.005 | 0.000 | 0.013 | 0.058 | 0.012 | 0.015 | 0.063 | 0.055 | 0.005 | 0.006 |
| Ni | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.004 | 0.000 |
| Zn | 0.040 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.005 | 0.010 | 0.016 | 0.006 | 0.021 | 0.009 | 0.006 | 0.015 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.044 |
| V | 0.071 | 0.103 | 0.075 | 0.090 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.129 | 0.135 |
| Cations | 24.013 | 24.019 | 24.014 | 24.017 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.024 | 24.025 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 282B | 282B | 282B | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL031 | ASL033 | ASL033 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | b2b | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 |
| Grão | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 1 | 2 | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 |
| Posição | | | | | | | | | | b | c | c | c | b | b | b |
| SiO ₂ | 0.70 | 0.15 | 0.07 | 0.11 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.36 | 0.05 | 0.00 | 0.12 | 0.04 |
| TiO ₂ | 1.32 | 0.53 | 0.86 | 1.76 | 1.80 | 1.87 | 1.42 | 0.86 | 1.75 | 0.95 | 1.88 | 1.01 | 1.40 | 1.55 | 1.63 | 1.22 |
| Al ₂ O ₃ | 0.30 | 0.63 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.07 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.13 | 0.07 | 0.19 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| FeO | 33.02 | 31.83 | 32.36 | 32.48 | 32.70 | 33.15 | 32.64 | 31.88 | 32.81 | 30.32 | 24.72 | 31.01 | 26.88 | 27.39 | 28.23 | 23.37 |
| Fe ₂ O ₃ | 61.33 | 64.31 | 64.82 | 64.59 | 64.02 | 64.18 | 65.37 | 66.80 | 64.36 | 65.12 | 66.34 | 63.91 | 65.59 | 66.30 | 66.98 | 70.74 |
| MnO | 0.11 | 0.15 | 0.11 | 0.74 | 0.73 | 0.74 | 0.51 | 0.48 | 0.52 | 0.08 | 0.80 | 0.04 | 0.65 | 0.60 | 0.63 | 0.84 |
| MgO | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.22 | 0.00 | 0.07 | 0.06 | 0.13 | 0.14 | 0.29 | 4.29 | 0.20 | 2.51 | 2.59 | 2.63 | 5.63 |
| CaO | 0.06 | 0.23 | 0.14 | 0.35 | 0.27 | 0.02 | 0.00 | 0.10 | 0.12 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.03 | 0.04 |
| NiO | 0.07 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| ZnO | 0.04 | 0.06 | 0.00 | 0.21 | 0.13 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.16 | 0.17 | 0.14 | 0.24 | 0.07 | 0.12 | 0.16 |
| V ₂ O ₅ | 0.46 | 0.51 | 0.56 | 0.52 | 0.47 | 0.54 | 0.38 | 0.32 | 0.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.06 |
| Total | 97.45 | 98.41 | 99.09 | 101.04 | 100.36 | 100.67 | 100.45 | 100.62 | 100.32 | 97.04 | 98.39 | 96.85 | 97.60 | 98.64 | 100.65 | 102.28 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.219 | 0.045 | 0.023 | 0.033 | 0.041 | 0.001 | 0.000 | 0.007 | 0.009 | 0.006 | 0.002 | 0.112 | 0.015 | 0.000 | 0.037 | 0.012 |
| Ti | 0.312 | 0.124 | 0.200 | 0.402 | 0.415 | 0.430 | 0.328 | 0.197 | 0.402 | 0.226 | 0.426 | 0.240 | 0.326 | 0.356 | 0.367 | 0.265 |
| Al | 0.111 | 0.231 | 0.019 | 0.016 | 0.000 | 0.014 | 0.019 | 0.007 | 0.000 | 0.024 | 0.053 | 0.062 | 0.070 | 0.045 | 0.026 | 0.063 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.013 | 0.001 | 0.003 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.005 | 0.004 | 0.005 | 0.001 | 0.004 | 0.000 |
| Fe ² | 8.677 | 8.293 | 8.403 | 8.249 | 8.376 | 8.469 | 8.359 | 8.151 | 8.408 | 8.026 | 6.247 | 8.211 | 6.940 | 6.999 | 7.068 | 5.634 |
| Fe ³ | 14.504 | 15.080 | 15.147 | 14.761 | 14.757 | 14.755 | 15.066 | 15.369 | 14.840 | 15.510 | 15.085 | 15.230 | 15.242 | 15.243 | 15.092 | 15.346 |
| Mn | 0.028 | 0.039 | 0.030 | 0.191 | 0.189 | 0.192 | 0.132 | 0.124 | 0.135 | 0.021 | 0.206 | 0.011 | 0.170 | 0.154 | 0.160 | 0.206 |
| Mg | 0.025 | 0.013 | 0.022 | 0.100 | 0.000 | 0.031 | 0.027 | 0.058 | 0.063 | 0.136 | 1.932 | 0.096 | 1.154 | 1.180 | 1.174 | 2.420 |
| Ca | 0.019 | 0.077 | 0.048 | 0.114 | 0.089 | 0.005 | 0.000 | 0.034 | 0.038 | 0.013 | 0.006 | 0.000 | 0.022 | 0.007 | 0.010 | 0.012 |
| Ni | 0.018 | 0.000 | 0.016 | 0.000 | 0.014 | 0.004 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.020 | 0.000 |
| Zn | 0.009 | 0.014 | 0.000 | 0.048 | 0.030 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.021 | 0.036 | 0.038 | 0.033 | 0.055 | 0.016 | 0.025 | 0.033 |
| V | 0.096 | 0.104 | 0.116 | 0.104 | 0.094 | 0.109 | 0.076 | 0.064 | 0.099 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.021 | 0.011 |
| Cations | 24.018 | 24.019 | 24.022 | 24.019 | 24.018 | 24.020 | 24.014 | 24.012 | 24.018 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.004 | 24.002 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | ASL033 | 476.6 | 476.6 | 476.6 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | |
| Posição | c | c | c | b | b | c | c | b | b | c | b | b | b | b | b | c | c |
| SiO ₂ | 0.11 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.08 | 0.03 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.08 | 0.43 | 0.03 | |
| TiO ₂ | 1.35 | 1.42 | 1.17 | 0.82 | 1.36 | 1.55 | 1.53 | 1.38 | 1.66 | 1.75 | 1.07 | 1.26 | 1.53 | 3.99 | 4.24 | 4.06 | |
| Al ₂ O ₃ | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.10 | 0.14 | 0.18 | 0.26 | 0.13 | 0.11 | 0.13 | 0.13 | 0.19 | 0.10 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | |
| FeO | 24.82 | 23.05 | 23.49 | 31.25 | 26.41 | 25.18 | 27.30 | 29.16 | 28.31 | 24.63 | 28.67 | 25.73 | 28.37 | 29.64 | 28.48 | 28.18 | |
| Fe ₂ O ₃ | 68.25 | 69.67 | 69.57 | 67.75 | 67.56 | 67.54 | 67.14 | 66.55 | 67.09 | 68.72 | 68.83 | 68.75 | 67.42 | 60.24 | 57.99 | 58.51 | |
| MnO | 1.01 | 0.91 | 0.85 | 0.20 | 0.71 | 0.86 | 0.67 | 0.58 | 0.70 | 1.03 | 0.66 | 0.73 | 0.63 | 0.79 | 0.98 | 1.02 | |
| MgO | 4.68 | 5.84 | 5.45 | 0.39 | 3.31 | 4.33 | 3.14 | 2.03 | 2.68 | 5.02 | 2.17 | 4.10 | 2.57 | 2.18 | 2.89 | 2.40 | |
| CaO | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.36 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.07 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.07 | 0.00 | 0.05 | |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | |
| ZnO | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.20 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.19 | 0.05 | 0.15 | 0.12 | 0.20 | 0.08 | 0.13 | 0.17 | |
| V ₂ O ₅ | 0.23 | 0.13 | 0.16 | 0.23 | 0.05 | 0.16 | 0.13 | 0.24 | 0.17 | 0.16 | 0.10 | 0.12 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Total | 100.68 | 101.31 | 101.00 | 101.30 | 99.64 | 99.86 | 100.17 | 100.32 | 100.99 | 101.64 | 101.79 | 101.08 | 101.01 | 97.14 | 95.19 | 94.47 | |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.033 | 0.000 | 0.017 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.025 | 0.023 | 0.010 | 0.005 | 0.017 | 0.006 | 0.025 | 0.136 | 0.011 | |
| Ti | 0.299 | 0.310 | 0.256 | 0.186 | 0.308 | 0.347 | 0.346 | 0.313 | 0.372 | 0.384 | 0.238 | 0.280 | 0.343 | 0.932 | 1.003 | 0.973 | |
| Al | 0.047 | 0.048 | 0.049 | 0.035 | 0.049 | 0.064 | 0.091 | 0.044 | 0.039 | 0.046 | 0.046 | 0.065 | 0.034 | 0.004 | 0.006 | 0.003 | |
| Cr | 0.003 | 0.013 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.004 | |
| Fe ² | 6.117 | 5.600 | 5.742 | 7.913 | 6.645 | 6.270 | 6.839 | 7.357 | 7.062 | 5.999 | 7.129 | 6.346 | 7.086 | 7.693 | 7.485 | 7.507 | |
| Fe ³ | 15.136 | 15.232 | 15.302 | 15.438 | 15.297 | 15.137 | 15.132 | 15.111 | 15.062 | 15.062 | 15.404 | 15.258 | 15.154 | 14.071 | 13.714 | 14.026 | |
| Mn | 0.252 | 0.223 | 0.211 | 0.052 | 0.181 | 0.216 | 0.170 | 0.148 | 0.176 | 0.254 | 0.166 | 0.183 | 0.159 | 0.207 | 0.262 | 0.274 | |
| Mg | 2.057 | 2.530 | 2.373 | 0.176 | 1.486 | 1.922 | 1.402 | 0.912 | 1.194 | 2.178 | 0.964 | 1.804 | 1.145 | 1.011 | 1.355 | 1.140 | |
| Ca | 0.007 | 0.005 | 0.002 | 0.118 | 0.007 | 0.009 | 0.000 | 0.022 | 0.004 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.025 | 0.000 | 0.018 | |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.015 | 0.000 | 0.020 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.007 | 0.005 | |
| Zn | 0.014 | 0.018 | 0.019 | 0.045 | 0.006 | 0.009 | 0.000 | 0.008 | 0.043 | 0.011 | 0.032 | 0.025 | 0.044 | 0.018 | 0.031 | 0.041 | |
| V | 0.045 | 0.026 | 0.030 | 0.046 | 0.011 | 0.031 | 0.025 | 0.049 | 0.033 | 0.031 | 0.019 | 0.024 | 0.034 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Cations | 24.008 | 24.005 | 24.006 | 24.009 | 24.002 | 24.006 | 24.005 | 24.009 | 24.006 | 24.006 | 24.004 | 24.005 | 24.006 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 476.6 | 476.6 | 476.6 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 4 | 5 | 6 | 1 | 1a | 2 | 2a | 3 | 4 | 5 | 5a | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 |
| Posição | c | c | b | b | b | c | c | b | b | b | b | b | b | b | c | c |
| SiO ₂ | 0.01 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.08 | 0.12 |
| TiO ₂ | 4.69 | 4.57 | 3.58 | 2.80 | 2.87 | 3.12 | 3.03 | 2.76 | 2.59 | 2.81 | 2.69 | 2.66 | 2.70 | 2.67 | 2.67 | 2.84 |
| Al ₂ O ₃ | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.10 | 0.06 | 0.15 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.17 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.11 | 0.04 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.00 |
| FeO | 29.00 | 29.31 | 28.28 | 27.50 | 28.06 | 27.99 | 28.19 | 27.60 | 27.57 | 28.91 | 28.20 | 29.03 | 28.12 | 28.45 | 28.06 | 28.38 |
| Fe ₂ O ₃ | 58.68 | 59.01 | 60.32 | 65.96 | 64.50 | 65.51 | 65.53 | 65.36 | 64.52 | 64.88 | 64.59 | 65.83 | 65.04 | 65.07 | 64.91 | 65.46 |
| MnO | 1.18 | 1.12 | 0.90 | 0.72 | 0.76 | 0.77 | 0.82 | 0.73 | 0.81 | 0.75 | 0.81 | 0.79 | 0.70 | 0.71 | 0.77 | 0.77 |
| MgO | 2.54 | 2.46 | 2.37 | 3.73 | 3.26 | 3.92 | 3.60 | 3.62 | 3.29 | 3.21 | 3.12 | 2.85 | 3.16 | 3.20 | 3.22 | 3.50 |
| CaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.31 | 0.18 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.06 | 0.19 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| NiO | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.09 |
| ZnO | 0.16 | 0.20 | 0.17 | 0.21 | 0.17 | 0.10 | 0.03 | 0.12 | 0.00 | 0.12 | 0.21 | 0.09 | 0.14 | 0.16 | 0.07 | 0.12 |
| V ₂ O ₅ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.19 | 0.21 | 0.18 | 0.16 | 0.12 | 0.28 | 0.25 | 0.25 | 0.13 | 0.26 | 0.10 | 0.21 |
| Total | 96.28 | 96.79 | 95.70 | 101.56 | 100.16 | 101.80 | 101.54 | 100.47 | 99.20 | 101.31 | 100.04 | 101.77 | 100.13 | 100.61 | 100.04 | 101.52 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.002 | 0.028 | 0.000 | 0.000 | 0.017 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.023 | 0.030 | 0.000 | 0.000 | 0.013 | 0.000 | 0.023 | 0.036 |
| Ti | 1.102 | 1.069 | 0.847 | 0.619 | 0.645 | 0.688 | 0.670 | 0.618 | 0.588 | 0.626 | 0.608 | 0.591 | 0.609 | 0.599 | 0.602 | 0.629 |
| Al | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.035 | 0.019 | 0.050 | 0.024 | 0.021 | 0.019 | 0.058 | 0.040 | 0.000 | 0.000 | 0.030 | 0.037 | 0.014 |
| Cr | 0.000 | 0.002 | 0.008 | 0.006 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.013 | 0.006 | 0.000 | 0.008 | 0.004 | 0.000 | 0.012 | 0.000 |
| Fe ² | 7.572 | 7.615 | 7.447 | 6.759 | 7.019 | 6.855 | 6.943 | 6.867 | 6.962 | 7.150 | 7.072 | 7.176 | 7.045 | 7.093 | 7.030 | 6.994 |
| Fe ³ | 13.787 | 13.798 | 14.291 | 14.589 | 14.517 | 14.440 | 14.520 | 14.635 | 14.661 | 14.438 | 14.576 | 14.643 | 14.663 | 14.599 | 14.631 | 14.519 |
| Mn | 0.312 | 0.294 | 0.241 | 0.180 | 0.192 | 0.192 | 0.205 | 0.184 | 0.207 | 0.188 | 0.206 | 0.197 | 0.178 | 0.179 | 0.194 | 0.191 |
| Mg | 1.180 | 1.141 | 1.113 | 1.635 | 1.455 | 1.711 | 1.582 | 1.606 | 1.482 | 1.415 | 1.393 | 1.255 | 1.412 | 1.423 | 1.437 | 1.537 |
| Ca | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.099 | 0.056 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.003 | 0.017 | 0.018 | 0.059 | 0.016 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.004 | 0.001 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.022 | 0.012 | 0.021 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.021 |
| Zn | 0.037 | 0.047 | 0.040 | 0.046 | 0.038 | 0.022 | 0.006 | 0.026 | 0.000 | 0.027 | 0.047 | 0.019 | 0.030 | 0.035 | 0.016 | 0.026 |
| V | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.039 | 0.038 | 0.040 | 0.034 | 0.031 | 0.025 | 0.055 | 0.050 | 0.049 | 0.026 | 0.051 | 0.021 | 0.041 |
| Cations | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.007 | 24.007 | 24.008 | 24.006 | 24.006 | 24.005 | 24.010 | 24.009 | 24.009 | 24.005 | 24.010 | 24.004 | 24.008 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 210 | 210 | 210 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 66B96 | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A | 10A41A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Ponto | 4a | 4b | 5 | 1 | 2 | 5 | 5a | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 1a | 2 | 2a | 1 |
| Posição | c | c | b | b | b | c | b | c | b | c | b | b | b | b | b | b |
| SiO ₂ | 0.21 | 0.00 | 0.05 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.09 | 0.07 |
| TiO ₂ | 2.75 | 2.84 | 2.75 | 2.54 | 0.90 | 3.88 | 1.32 | 2.88 | 1.21 | 4.21 | 0.87 | 3.45 | 3.50 | 3.49 | 3.48 | 2.64 |
| Al ₂ O ₃ | 0.06 | 0.09 | 0.06 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.19 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.03 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 27.76 | 27.86 | 28.00 | 33.53 | 32.44 | 32.99 | 32.58 | 33.43 | 31.17 | 32.06 | 31.97 | 26.74 | 25.76 | 25.82 | 26.47 | 26.11 |
| Fe ₂ O ₃ | 65.42 | 65.09 | 64.25 | 63.31 | 66.49 | 61.85 | 65.57 | 62.42 | 66.94 | 63.19 | 66.29 | 65.46 | 65.52 | 66.12 | 65.79 | 66.72 |
| MnO | 0.81 | 0.78 | 0.74 | 0.11 | 0.14 | 0.35 | 0.18 | 0.22 | 0.66 | 0.85 | 0.12 | 1.24 | 1.19 | 1.14 | 1.20 | 1.13 |
| MgO | 3.67 | 3.51 | 3.38 | 0.64 | 0.59 | 1.72 | 0.69 | 1.12 | 1.26 | 2.05 | 0.71 | 4.71 | 5.09 | 5.15 | 4.87 | 4.46 |
| CaO | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.12 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.04 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.04 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.05 |
| ZnO | 0.19 | 0.21 | 0.16 | 0.17 | 0.06 | 0.09 | 0.02 | 0.16 | 0.12 | 0.00 | 0.15 | 0.04 | 0.19 | 0.30 | 0.08 | 0.13 |
| V ₂ O ₅ | 0.12 | 0.19 | 0.32 | 0.54 | 0.65 | 0.54 | 0.67 | 0.73 | 0.51 | 0.16 | 0.64 | 0.20 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | 0.13 |
| Total | 101.00 | 100.58 | 99.82 | 100.97 | 101.31 | 101.64 | 101.22 | 101.12 | 102.12 | 102.59 | 100.83 | 102.05 | 101.48 | 102.29 | 102.20 | 101.52 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.062 | 0.000 | 0.013 | 0.013 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.004 | 0.008 | 0.000 | 0.015 | 0.010 | 0.010 | 0.025 | 0.021 |
| Ti | 0.611 | 0.634 | 0.620 | 0.578 | 0.205 | 0.871 | 0.301 | 0.653 | 0.272 | 0.932 | 0.198 | 0.753 | 0.766 | 0.757 | 0.758 | 0.582 |
| Al | 0.019 | 0.032 | 0.019 | 0.011 | 0.000 | 0.014 | 0.014 | 0.034 | 0.068 | 0.010 | 0.011 | 0.025 | 0.029 | 0.030 | 0.037 | 0.012 |
| Cr | 0.003 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.005 | 0.009 | 0.007 | 0.000 | 0.002 | 0.004 | 0.001 | 0.013 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 6.864 | 6.932 | 7.025 | 8.499 | 8.213 | 8.229 | 8.242 | 8.426 | 7.778 | 7.897 | 8.124 | 6.493 | 6.272 | 6.238 | 6.409 | 6.391 |
| Fe ³ | 14.556 | 14.572 | 14.503 | 14.441 | 15.149 | 13.883 | 14.927 | 14.157 | 15.031 | 14.008 | 15.159 | 14.305 | 14.357 | 14.374 | 14.338 | 14.695 |
| Mn | 0.202 | 0.197 | 0.187 | 0.029 | 0.036 | 0.088 | 0.046 | 0.055 | 0.166 | 0.212 | 0.032 | 0.304 | 0.294 | 0.279 | 0.295 | 0.279 |
| Mg | 1.619 | 1.555 | 1.511 | 0.290 | 0.265 | 0.767 | 0.313 | 0.505 | 0.559 | 0.902 | 0.323 | 2.038 | 2.208 | 2.217 | 2.101 | 1.946 |
| Ca | 0.005 | 0.000 | 0.016 | 0.004 | 0.011 | 0.010 | 0.040 | 0.007 | 0.000 | 0.007 | 0.014 | 0.025 | 0.007 | 0.007 | 0.000 | 0.012 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.020 | 0.009 | 0.000 | 0.032 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.012 |
| Zn | 0.041 | 0.045 | 0.035 | 0.039 | 0.014 | 0.020 | 0.004 | 0.035 | 0.026 | 0.000 | 0.034 | 0.008 | 0.041 | 0.063 | 0.017 | 0.029 |
| V | 0.023 | 0.037 | 0.062 | 0.109 | 0.130 | 0.107 | 0.135 | 0.146 | 0.101 | 0.030 | 0.128 | 0.039 | 0.018 | 0.014 | 0.018 | 0.026 |
| Cations | 24.004 | 24.007 | 24.012 | 24.020 | 24.024 | 24.020 | 24.025 | 24.027 | 24.019 | 24.006 | 24.024 | 24.007 | 24.003 | 24.003 | 24.003 | 24.005 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 10A41A | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2B | 277.2A1 | 277.2A1 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 1 | 1a | 2 | 3 | 4 | 5a | 1 | 2 |
| Posição | c | b | b | b | b | b | b | b | c | c | c | c | c | b | c | c |
| SiO ₂ | 0.07 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.15 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.05 |
| TiO ₂ | 3.34 | 1.19 | 1.82 | 1.94 | 0.87 | 2.99 | 0.81 | 1.50 | 5.25 | 3.20 | 4.50 | 3.67 | 4.30 | 2.87 | 5.20 | 4.08 |
| Al ₂ O ₃ | 0.17 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.08 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.08 | 0.11 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| FeO | 25.95 | 26.16 | 31.08 | 30.78 | 30.21 | 27.93 | 23.79 | 32.03 | 32.14 | 31.47 | 30.48 | 31.11 | 31.42 | 31.14 | 28.13 | 27.26 |
| Fe ₂ O ₃ | 66.18 | 64.85 | 65.48 | 65.56 | 66.04 | 61.48 | 55.81 | 64.89 | 59.37 | 62.96 | 61.25 | 62.06 | 61.73 | 62.81 | 59.73 | 62.18 |
| MnO | 1.23 | 0.47 | 0.35 | 0.45 | 0.33 | 0.65 | 0.59 | 0.55 | 1.03 | 0.96 | 1.13 | 1.03 | 1.07 | 0.76 | 1.03 | 1.03 |
| MgO | 4.87 | 1.73 | 1.54 | 1.79 | 1.20 | 1.92 | 1.79 | 1.24 | 2.40 | 1.82 | 3.07 | 2.41 | 2.56 | 1.81 | 3.85 | 3.93 |
| CaO | 0.00 | 2.56 | 0.13 | 0.04 | 0.74 | 2.03 | 0.72 | 0.27 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.02 | 0.05 | 0.00 |
| NiO | 0.07 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| ZnO | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 0.04 | 0.08 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.18 | 0.16 | 0.05 | 0.13 | 0.03 | 0.24 | 0.24 |
| V ₂ O ₅ | 0.00 | 0.50 | 0.48 | 0.47 | 0.67 | 0.48 | 0.55 | 0.94 | 0.41 | 0.50 | 0.42 | 0.49 | 0.51 | 0.50 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 102.02 | 97.51 | 100.95 | 101.24 | 100.16 | 97.65 | 84.11 | 101.56 | 100.81 | 101.14 | 101.15 | 101.02 | 101.81 | 99.99 | 98.36 | 98.91 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.019 | 0.005 | 0.000 | 0.005 | 0.018 | 0.009 | 0.015 | 0.012 | 0.000 | 0.012 | 0.015 | 0.045 | 0.005 | 0.011 | 0.008 | 0.015 |
| Ti | 0.729 | 0.277 | 0.411 | 0.437 | 0.199 | 0.694 | 0.218 | 0.339 | 1.179 | 0.722 | 1.002 | 0.824 | 0.957 | 0.654 | 1.182 | 0.924 |
| Al | 0.057 | 0.000 | 0.006 | 0.008 | 0.000 | 0.001 | 0.004 | 0.020 | 0.027 | 0.001 | 0.029 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.027 | 0.038 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.013 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.001 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 |
| Fe ² | 6.294 | 6.765 | 7.829 | 7.717 | 7.682 | 7.201 | 7.149 | 8.035 | 8.025 | 7.888 | 7.553 | 7.762 | 7.770 | 7.895 | 7.114 | 6.858 |
| Fe ³ | 14.445 | 15.091 | 14.840 | 14.792 | 15.111 | 14.263 | 15.091 | 14.650 | 13.338 | 14.199 | 13.658 | 13.935 | 13.739 | 14.327 | 13.593 | 14.079 |
| Mn | 0.303 | 0.124 | 0.090 | 0.115 | 0.085 | 0.170 | 0.180 | 0.140 | 0.261 | 0.244 | 0.283 | 0.261 | 0.267 | 0.194 | 0.263 | 0.263 |
| Mg | 2.106 | 0.795 | 0.692 | 0.801 | 0.543 | 0.882 | 0.960 | 0.555 | 1.066 | 0.812 | 1.354 | 1.073 | 1.128 | 0.818 | 1.738 | 1.763 |
| Ca | 0.000 | 0.847 | 0.040 | 0.011 | 0.242 | 0.669 | 0.277 | 0.086 | 0.021 | 0.001 | 0.000 | 0.006 | 0.022 | 0.007 | 0.017 | 0.001 |
| Ni | 0.016 | 0.012 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.006 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.003 | 0.000 | 0.004 | 0.000 |
| Zn | 0.030 | 0.000 | 0.000 | 0.037 | 0.009 | 0.019 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.040 | 0.036 | 0.010 | 0.028 | 0.006 | 0.054 | 0.054 |
| V | 0.000 | 0.102 | 0.095 | 0.093 | 0.134 | 0.098 | 0.130 | 0.186 | 0.080 | 0.098 | 0.081 | 0.097 | 0.099 | 0.100 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 24.000 | 24.019 | 24.018 | 24.017 | 24.025 | 24.018 | 24.024 | 24.035 | 24.015 | 24.018 | 24.015 | 24.018 | 24.019 | 24.019 | 24.000 | 24.000 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 | 292D1 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 | c3 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 6a | 1 | 2 | 2a | 3 | 3a | 4 | 4a |
| Posição | b | b | c | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.11 | 0.09 | 0.00 | 0.21 |
| TiO ₂ | 3.60 | 3.75 | 4.33 | 0.64 | 1.55 | 3.65 | 2.53 | 2.14 | 3.10 | 1.20 | 0.80 | 0.70 | 0.57 | 0.63 | 0.64 | 0.65 |
| Al ₂ O ₃ | 0.14 | 0.14 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.11 | 0.09 | 0.15 | 0.75 | 0.83 | 1.56 | 0.99 | 1.04 | 1.02 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| FeO | 26.11 | 26.37 | 27.20 | 29.26 | 27.03 | 28.46 | 26.38 | 27.05 | 26.72 | 26.72 | 26.17 | 25.77 | 24.31 | 24.88 | 25.86 | 25.51 |
| Fe ₂ O ₃ | 62.98 | 62.30 | 60.88 | 68.30 | 67.87 | 62.45 | 66.25 | 66.47 | 64.74 | 68.11 | 69.07 | 68.63 | 68.99 | 68.54 | 69.21 | 68.93 |
| MnO | 1.23 | 1.18 | 1.32 | 0.31 | 0.71 | 0.93 | 0.81 | 0.72 | 0.89 | 0.60 | 0.60 | 0.67 | 0.81 | 0.81 | 0.72 | 0.74 |
| MgO | 4.20 | 3.98 | 3.70 | 2.14 | 3.58 | 3.13 | 4.40 | 3.89 | 4.43 | 3.49 | 3.76 | 3.79 | 4.77 | 4.21 | 3.86 | 4.14 |
| CaO | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.09 | 0.01 | 0.12 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.02 |
| NiO | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| ZnO | 0.23 | 0.19 | 0.19 | 0.03 | 0.23 | 0.31 | 0.13 | 0.08 | 0.16 | 0.07 | 0.05 | 0.23 | 0.20 | 0.23 | 0.06 | 0.16 |
| V ₂ O ₅ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.26 | 0.16 | 0.23 | 0.30 | 0.25 | 0.25 | 0.14 | 0.19 | 0.14 | 0.15 | 0.16 | 0.12 |
| Total | 98.58 | 97.99 | 97.78 | 101.26 | 101.33 | 99.18 | 100.86 | 100.94 | 100.43 | 100.77 | 101.37 | 100.88 | 101.51 | 100.53 | 101.58 | 101.50 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.014 | 0.000 | 0.013 | 0.023 | 0.016 | 0.008 | 0.006 | 0.015 | 0.011 | 0.009 | 0.004 | 0.000 | 0.030 | 0.027 | 0.000 | 0.061 |
| Ti | 0.816 | 0.856 | 0.993 | 0.143 | 0.344 | 0.829 | 0.561 | 0.476 | 0.690 | 0.268 | 0.176 | 0.154 | 0.124 | 0.139 | 0.140 | 0.143 |
| Al | 0.051 | 0.049 | 0.021 | 0.013 | 0.013 | 0.018 | 0.019 | 0.039 | 0.030 | 0.053 | 0.259 | 0.290 | 0.534 | 0.343 | 0.357 | 0.352 |
| Cr | 0.009 | 0.007 | 0.006 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.019 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.000 |
| Fe ² | 6.580 | 6.694 | 6.932 | 7.320 | 6.681 | 7.193 | 6.502 | 6.687 | 6.609 | 6.640 | 6.436 | 6.367 | 5.900 | 6.139 | 6.335 | 6.237 |
| Fe ³ | 14.279 | 14.232 | 13.962 | 15.378 | 15.095 | 14.202 | 14.694 | 14.785 | 14.407 | 15.231 | 15.287 | 15.256 | 15.067 | 15.223 | 15.255 | 15.161 |
| Mn | 0.314 | 0.304 | 0.341 | 0.078 | 0.176 | 0.238 | 0.203 | 0.180 | 0.222 | 0.150 | 0.150 | 0.167 | 0.199 | 0.203 | 0.178 | 0.183 |
| Mg | 1.887 | 1.802 | 1.680 | 0.954 | 1.578 | 1.410 | 1.932 | 1.715 | 1.955 | 1.548 | 1.650 | 1.667 | 2.065 | 1.850 | 1.686 | 1.804 |
| Ca | 0.000 | 0.010 | 0.008 | 0.013 | 0.007 | 0.007 | 0.016 | 0.028 | 0.004 | 0.038 | 0.004 | 0.000 | 0.015 | 0.000 | 0.010 | 0.006 |
| Ni | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Zn | 0.050 | 0.043 | 0.043 | 0.007 | 0.049 | 0.068 | 0.028 | 0.018 | 0.035 | 0.016 | 0.011 | 0.051 | 0.042 | 0.050 | 0.012 | 0.034 |
| V | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.080 | 0.051 | 0.031 | 0.045 | 0.058 | 0.048 | 0.048 | 0.028 | 0.038 | 0.026 | 0.029 | 0.031 | 0.023 |
| Cations | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.015 | 24.010 | 24.006 | 24.008 | 24.011 | 24.009 | 24.009 | 24.005 | 24.007 | 24.005 | 24.006 | 24.006 | 24.004 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 292D1 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | 277.2A3 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | c3 | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 5a1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 3a | 4 | 5 | 5a | 1 | 2 | 2a |
| Posição | | b | c | c | c | b | b | c | c | b | b | b | b | | | |
| SiO ₂ | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.24 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.07 | 0.04 |
| TiO ₂ | 1.52 | 4.40 | 5.16 | 5.02 | 5.14 | 4.67 | 2.37 | 5.24 | 4.01 | 2.57 | 1.35 | 3.46 | 4.88 | 1.30 | 1.79 | 1.75 |
| Al ₂ O ₃ | 0.07 | 0.01 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.00 |
| FeO | 27.22 | 27.69 | 27.64 | 27.04 | 27.92 | 27.26 | 27.44 | 28.98 | 29.12 | 29.09 | 28.53 | 28.69 | 28.52 | 28.20 | 29.33 | 28.55 |
| Fe ₂ O ₃ | 67.57 | 61.49 | 60.69 | 59.97 | 61.12 | 61.08 | 64.22 | 59.21 | 62.28 | 65.32 | 65.83 | 63.16 | 61.21 | 66.84 | 66.79 | 67.74 |
| MnO | 0.78 | 1.41 | 1.43 | 1.41 | 1.51 | 1.51 | 0.88 | 1.24 | 0.99 | 0.70 | 0.46 | 1.02 | 1.40 | 0.66 | 0.67 | 0.66 |
| MgO | 3.70 | 3.47 | 4.07 | 4.15 | 3.96 | 3.86 | 2.62 | 3.24 | 2.84 | 2.29 | 2.01 | 2.70 | 3.48 | 2.27 | 2.20 | 2.67 |
| CaO | 0.08 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.00 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.06 | 0.11 | 0.05 |
| ZnO | 0.12 | 0.31 | 0.32 | 0.17 | 0.34 | 0.34 | 0.25 | 0.18 | 0.13 | 0.10 | 0.06 | 0.18 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.12 |
| V ₂ O ₅ | 0.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 0.17 | 0.12 |
| Total | 101.55 | 98.82 | 99.40 | 97.81 | 100.04 | 98.84 | 97.88 | 98.20 | 99.47 | 100.11 | 98.62 | 99.30 | 99.77 | 99.94 | 101.16 | 101.69 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.007 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.006 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.011 | 0.000 | 0.074 | 0.010 | 0.000 | 0.013 | 0.022 | 0.011 |
| Ti | 0.337 | 1.000 | 1.160 | 1.145 | 1.150 | 1.057 | 0.548 | 1.200 | 0.909 | 0.583 | 0.310 | 0.789 | 1.099 | 0.296 | 0.402 | 0.391 |
| Al | 0.026 | 0.004 | 0.019 | 0.014 | 0.008 | 0.018 | 0.001 | 0.006 | 0.010 | 0.000 | 0.028 | 0.007 | 0.007 | 0.017 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.000 | 0.004 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.002 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.006 | 0.000 |
| Fe ² | 6.706 | 7.000 | 6.910 | 6.863 | 6.943 | 6.865 | 7.062 | 7.376 | 7.351 | 7.341 | 7.318 | 7.265 | 7.141 | 7.130 | 7.335 | 7.080 |
| Fe ³ | 14.981 | 13.990 | 13.655 | 13.695 | 13.680 | 13.844 | 14.872 | 13.563 | 14.149 | 14.833 | 15.197 | 14.395 | 13.789 | 15.207 | 15.032 | 15.118 |
| Mn | 0.194 | 0.361 | 0.361 | 0.362 | 0.380 | 0.384 | 0.230 | 0.319 | 0.254 | 0.180 | 0.120 | 0.261 | 0.354 | 0.170 | 0.170 | 0.165 |
| Mg | 1.623 | 1.562 | 1.815 | 1.880 | 1.755 | 1.733 | 1.201 | 1.470 | 1.277 | 1.029 | 0.921 | 1.221 | 1.552 | 1.024 | 0.980 | 1.179 |
| Ca | 0.027 | 0.007 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.008 | 0.011 | 0.003 | 0.005 | 0.009 | 0.011 | 0.008 | 0.000 | 0.091 | 0.000 | 0.000 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.004 | 0.006 | 0.001 | 0.000 | 0.005 | 0.001 | 0.014 | 0.025 | 0.012 |
| Zn | 0.026 | 0.070 | 0.072 | 0.037 | 0.074 | 0.075 | 0.056 | 0.040 | 0.028 | 0.023 | 0.014 | 0.039 | 0.052 | 0.000 | 0.000 | 0.026 |
| V | 0.091 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.046 | 0.034 | 0.023 |
| Cations | 24.017 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.009 | 24.006 | 24.004 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 2b | 3 | 3a | 3b | 4 | 4a | 5 | 6 | 7 | 8 | 8a | 8b | 9 | 1 | 2 | 2 |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.11 |
| TiO ₂ | 2.16 | 2.23 | 2.27 | 1.80 | 2.22 | 1.50 | 1.72 | 2.71 | 1.82 | 2.58 | 2.52 | 2.83 | 2.51 | 1.11 | 1.61 | 4.93 |
| Al ₂ O ₃ | 0.07 | 0.20 | 0.01 | 0.11 | 0.16 | 0.07 | 0.16 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.20 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 28.93 | 28.11 | 28.02 | 28.90 | 27.89 | 28.76 | 28.45 | 28.30 | 29.55 | 28.98 | 28.63 | 28.41 | 29.01 | 29.56 | 29.59 | 31.07 |
| Fe ₂ O ₃ | 65.80 | 66.61 | 66.80 | 66.29 | 66.73 | 67.64 | 67.16 | 65.05 | 66.33 | 66.08 | 66.71 | 65.14 | 65.26 | 67.36 | 67.22 | 59.42 |
| MnO | 0.94 | 0.71 | 0.86 | 0.68 | 0.92 | 0.60 | 0.62 | 0.91 | 0.51 | 0.87 | 0.94 | 0.96 | 0.86 | 0.43 | 0.47 | 0.38 |
| MgO | 2.34 | 3.00 | 3.08 | 2.22 | 3.05 | 2.15 | 2.44 | 2.85 | 2.04 | 2.80 | 2.73 | 2.98 | 2.58 | 1.89 | 2.10 | 2.83 |
| CaO | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.07 |
| NiO | 0.01 | 0.03 | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 0.00 | 0.03 | 0.14 | 0.01 | 0.14 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.00 |
| ZnO | 0.06 | 0.17 | 0.22 | 0.06 | 0.14 | 0.26 | 0.11 | 0.17 | 0.01 | 0.09 | 0.15 | 0.06 | 0.14 | 0.00 | 0.07 | 0.01 |
| V ₂ O ₅ | 0.17 | 0.08 | 0.13 | 0.14 | 0.04 | 0.09 | 0.04 | 0.08 | 0.19 | 0.14 | 0.04 | 0.08 | 0.23 | 0.30 | 0.22 | 0.17 |
| Total | 100.49 | 101.17 | 101.47 | 100.23 | 101.26 | 101.18 | 100.75 | 100.20 | 100.66 | 101.70 | 101.92 | 100.57 | 100.66 | 100.75 | 101.34 | 99.20 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.020 | 0.006 | 0.001 | 0.000 | 0.007 | 0.015 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.034 |
| Ti | 0.489 | 0.499 | 0.506 | 0.409 | 0.496 | 0.338 | 0.387 | 0.611 | 0.412 | 0.575 | 0.561 | 0.636 | 0.565 | 0.252 | 0.363 | 1.119 |
| Al | 0.025 | 0.069 | 0.005 | 0.039 | 0.057 | 0.026 | 0.058 | 0.033 | 0.012 | 0.016 | 0.014 | 0.039 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.072 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.004 | 0.002 | 0.003 | 0.000 | 0.009 | 0.013 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 7.272 | 6.980 | 6.939 | 7.289 | 6.914 | 7.197 | 7.127 | 7.101 | 7.435 | 7.170 | 7.075 | 7.095 | 7.266 | 7.448 | 7.397 | 7.846 |
| Fe ³ | 14.882 | 14.881 | 14.887 | 15.048 | 14.888 | 15.229 | 15.139 | 14.687 | 15.021 | 14.711 | 14.836 | 14.637 | 14.709 | 15.271 | 15.120 | 13.505 |
| Mn | 0.240 | 0.177 | 0.216 | 0.173 | 0.231 | 0.153 | 0.157 | 0.232 | 0.130 | 0.217 | 0.236 | 0.243 | 0.217 | 0.110 | 0.118 | 0.098 |
| Mg | 1.049 | 1.329 | 1.359 | 0.997 | 1.347 | 0.960 | 1.089 | 1.276 | 0.913 | 1.236 | 1.203 | 1.324 | 1.153 | 0.847 | 0.936 | 1.275 |
| Ca | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.003 | 0.005 | 0.003 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.003 | 0.022 |
| Ni | 0.002 | 0.008 | 0.015 | 0.005 | 0.008 | 0.017 | 0.000 | 0.006 | 0.033 | 0.003 | 0.033 | 0.000 | 0.010 | 0.005 | 0.005 | 0.000 |
| Zn | 0.014 | 0.037 | 0.048 | 0.014 | 0.030 | 0.058 | 0.024 | 0.037 | 0.002 | 0.020 | 0.033 | 0.013 | 0.032 | 0.000 | 0.016 | 0.002 |
| V | 0.034 | 0.015 | 0.026 | 0.028 | 0.007 | 0.017 | 0.008 | 0.016 | 0.037 | 0.027 | 0.007 | 0.015 | 0.045 | 0.060 | 0.043 | 0.035 |
| Cations | 24.006 | 24.003 | 24.005 | 24.005 | 24.001 | 24.003 | 24.002 | 24.003 | 24.007 | 24.005 | 24.001 | 24.003 | 24.008 | 24.011 | 24.008 | 24.007 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 2a | 3 | 3a | 3b | 4 | 4a | 5 | 5a | 5b | 6 | 6a | 7 | 7a | 1 | 2 | 2a |
| Posição | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | 0.05 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.00 |
| TiO ₂ | 2.32 | 2.13 | 1.46 | 1.90 | 3.66 | 1.44 | 1.74 | 2.06 | 1.95 | 1.93 | 4.11 | 2.03 | 2.63 | 1.95 | 1.97 | 1.85 |
| Al ₂ O ₃ | 0.03 | 0.22 | 0.03 | 0.02 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.07 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.04 |
| FeO | 29.08 | 29.48 | 29.41 | 28.73 | 29.97 | 28.11 | 29.12 | 29.08 | 29.05 | 29.44 | 29.25 | 29.08 | 29.76 | 29.90 | 29.79 | 28.63 |
| Fe ₂ O ₃ | 65.51 | 65.74 | 67.79 | 66.89 | 63.66 | 67.11 | 66.91 | 66.60 | 66.43 | 66.81 | 63.50 | 66.66 | 65.02 | 65.49 | 66.51 | 65.91 |
| MnO | 0.92 | 0.72 | 0.50 | 0.66 | 0.64 | 0.56 | 0.77 | 0.76 | 0.66 | 0.74 | 0.96 | 0.72 | 0.74 | 0.72 | 0.74 | 0.65 |
| MgO | 2.38 | 2.28 | 2.26 | 2.41 | 2.88 | 2.52 | 2.24 | 2.49 | 2.33 | 2.21 | 3.31 | 2.33 | 2.34 | 1.98 | 2.32 | 2.39 |
| CaO | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.01 |
| NiO | 0.00 | 0.02 | 0.08 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.03 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| ZnO | 0.13 | 0.14 | 0.10 | 0.23 | 0.14 | 0.09 | 0.03 | 0.20 | 0.08 | 0.21 | 0.00 | 0.13 | 0.05 | 0.02 | 0.09 | 0.12 |
| V ₂ O ₅ | 0.19 | 0.22 | 0.28 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.22 | 0.19 | 0.18 | 0.23 | 0.02 | 0.16 | 0.22 | 0.33 | 0.37 | 0.21 |
| Total | 100.68 | 100.99 | 101.91 | 101.08 | 101.26 | 99.97 | 101.10 | 101.55 | 100.80 | 101.70 | 101.27 | 101.19 | 100.97 | 100.49 | 101.79 | 99.86 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.016 | 0.017 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.009 | 0.000 | 0.018 | 0.005 | 0.000 | 0.016 | 0.000 | 0.013 | 0.015 | 0.006 | 0.000 |
| Ti | 0.524 | 0.478 | 0.327 | 0.427 | 0.817 | 0.326 | 0.392 | 0.460 | 0.440 | 0.432 | 0.913 | 0.457 | 0.590 | 0.442 | 0.439 | 0.420 |
| Al | 0.012 | 0.076 | 0.012 | 0.008 | 0.040 | 0.000 | 0.000 | 0.029 | 0.001 | 0.025 | 0.007 | 0.000 | 0.014 | 0.005 | 0.000 | 0.000 |
| Cr | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.006 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.002 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.003 | 0.000 | 0.010 |
| Fe ² | 7.291 | 7.370 | 7.302 | 7.182 | 7.433 | 7.098 | 7.286 | 7.225 | 7.284 | 7.323 | 7.228 | 7.264 | 7.441 | 7.538 | 7.399 | 7.243 |
| Fe ³ | 14.782 | 14.788 | 15.147 | 15.045 | 14.209 | 15.251 | 15.065 | 14.889 | 14.987 | 14.955 | 14.121 | 14.983 | 14.630 | 14.857 | 14.866 | 15.007 |
| Mn | 0.233 | 0.182 | 0.127 | 0.166 | 0.161 | 0.142 | 0.195 | 0.192 | 0.168 | 0.186 | 0.241 | 0.181 | 0.188 | 0.185 | 0.185 | 0.166 |
| Mg | 1.063 | 1.018 | 0.999 | 1.075 | 1.271 | 1.134 | 0.998 | 1.102 | 1.041 | 0.981 | 1.458 | 1.038 | 1.043 | 0.890 | 1.026 | 1.076 |
| Ca | 0.019 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.015 | 0.011 | 0.012 | 0.003 | 0.004 | 0.005 | 0.014 | 0.007 | 0.000 | 0.004 |
| Ni | 0.000 | 0.005 | 0.020 | 0.016 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.013 | 0.007 | 0.010 | 0.018 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 0.011 |
| Zn | 0.028 | 0.031 | 0.022 | 0.051 | 0.030 | 0.021 | 0.006 | 0.044 | 0.018 | 0.046 | 0.000 | 0.029 | 0.012 | 0.005 | 0.019 | 0.027 |
| V | 0.037 | 0.043 | 0.056 | 0.026 | 0.025 | 0.023 | 0.043 | 0.037 | 0.035 | 0.044 | 0.004 | 0.031 | 0.042 | 0.066 | 0.072 | 0.042 |
| Cations | 24.007 | 24.008 | 24.010 | 24.005 | 24.005 | 24.004 | 24.008 | 24.007 | 24.007 | 24.008 | 24.001 | 24.006 | 24.008 | 24.012 | 24.013 | 24.008 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF104.2 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | SF101.5D1 | 37B65A | 37B65A |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| Unidade | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p1 | p2 | p2 |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 3a | 4 | 4a | 5 | 5a | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 |
| Posição | | | | | | | | | | | | b | b |
| SiO ₂ | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.03 |
| TiO ₂ | 1.32 | 1.61 | 1.72 | 1.45 | 1.67 | 3.59 | 2.32 | 1.76 | 1.39 | 2.14 | 1.27 | 1.56 | 1.82 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.10 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.24 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 |
| FeO | 28.90 | 28.71 | 28.91 | 29.66 | 29.84 | 30.61 | 26.62 | 26.38 | 25.90 | 26.45 | 25.95 | 25.05 | 24.38 |
| Fe ₂ O ₃ | 68.17 | 67.47 | 67.49 | 67.39 | 66.67 | 63.62 | 63.60 | 65.36 | 65.30 | 64.90 | 64.89 | 66.44 | 66.22 |
| MnO | 0.59 | 0.57 | 0.62 | 0.60 | 0.61 | 0.56 | 1.12 | 0.84 | 0.77 | 0.94 | 0.75 | 1.09 | 1.20 |
| MgO | 2.34 | 2.47 | 2.29 | 1.80 | 2.13 | 2.69 | 2.87 | 2.98 | 2.89 | 3.14 | 2.73 | 3.91 | 4.59 |
| CaO | 0.02 | 0.04 | 0.11 | 0.08 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.14 | 0.00 |
| NiO | 0.01 | 0.00 | 0.08 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.00 |
| ZnO | 0.00 | 0.02 | 0.16 | 0.10 | 0.14 | 0.14 | 0.00 | 0.09 | 0.17 | 0.17 | 0.01 | 0.18 | 0.21 |
| V ₂ O ₅ | 0.20 | 0.13 | 0.13 | 0.21 | 0.42 | 0.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.20 |
| Total | 101.54 | 101.08 | 101.56 | 101.31 | 101.52 | 101.62 | 96.66 | 97.51 | 96.58 | 97.86 | 95.75 | 98.74 | 98.88 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.000 | 0.006 | 0.006 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.015 | 0.000 | 0.008 | 0.012 | 0.017 | 0.007 | 0.009 |
| Ti | 0.295 | 0.361 | 0.384 | 0.327 | 0.375 | 0.800 | 0.542 | 0.409 | 0.325 | 0.492 | 0.299 | 0.353 | 0.410 |
| Al | 0.001 | 0.006 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.022 | 0.035 | 0.022 | 0.013 | 0.022 | 0.084 |
| Cr | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.009 | 0.005 | 0.005 | 0.000 | 0.001 | 0.005 | 0.008 | 0.000 |
| Fe ² | 7.197 | 7.171 | 7.197 | 7.433 | 7.445 | 7.582 | 6.920 | 6.798 | 6.742 | 6.779 | 6.822 | 6.331 | 6.115 |
| Fe ³ | 15.279 | 15.168 | 15.120 | 15.198 | 14.970 | 14.183 | 14.876 | 15.156 | 15.297 | 14.970 | 15.350 | 15.107 | 14.947 |
| Mn | 0.148 | 0.144 | 0.156 | 0.153 | 0.153 | 0.141 | 0.294 | 0.218 | 0.204 | 0.243 | 0.200 | 0.278 | 0.304 |
| Mg | 1.041 | 1.099 | 1.014 | 0.803 | 0.947 | 1.189 | 1.331 | 1.370 | 1.340 | 1.435 | 1.280 | 1.763 | 2.051 |
| Ca | 0.005 | 0.012 | 0.035 | 0.024 | 0.000 | 0.010 | 0.008 | 0.000 | 0.002 | 0.004 | 0.005 | 0.045 | 0.001 |
| Ni | 0.003 | 0.000 | 0.020 | 0.002 | 0.011 | 0.006 | 0.005 | 0.001 | 0.005 | 0.004 | 0.007 | 0.010 | 0.000 |
| Zn | 0.000 | 0.004 | 0.034 | 0.021 | 0.030 | 0.031 | 0.000 | 0.021 | 0.040 | 0.039 | 0.003 | 0.041 | 0.047 |
| V | 0.039 | 0.025 | 0.026 | 0.042 | 0.082 | 0.062 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.042 | 0.039 |
| Cations | 24.007 | 24.005 | 24.005 | 24.008 | 24.015 | 24.012 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.008 | 24.007 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Posição | c | c | c | c | c | b | b | c | b | b | b | c | b |
| SiO ₂ | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.04 | 0.03 |
| TiO ₂ | 1.94 | 1.95 | 1.97 | 1.98 | 2.00 | 1.78 | 1.74 | 1.98 | 1.50 | 1.44 | 1.47 | 3.07 | 1.38 |
| Al ₂ O ₃ | 0.25 | 0.33 | 0.40 | 0.44 | 0.49 | 0.49 | 0.44 | 0.33 | 0.21 | 0.17 | 0.21 | 0.12 | 0.04 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 |
| FeO | 24.42 | 23.87 | 24.09 | 23.43 | 24.10 | 23.70 | 24.11 | 23.97 | 24.44 | 24.63 | 24.00 | 25.16 | 24.78 |
| Fe ₂ O ₃ | 65.87 | 65.89 | 66.86 | 66.16 | 65.69 | 66.39 | 66.60 | 66.17 | 66.60 | 67.17 | 67.05 | 63.99 | 67.15 |
| MnO | 1.13 | 1.22 | 1.09 | 1.15 | 1.10 | 1.07 | 1.13 | 1.02 | 1.11 | 1.03 | 1.13 | 1.22 | 1.15 |
| MgO | 4.49 | 4.86 | 4.97 | 5.11 | 4.94 | 5.08 | 4.78 | 4.94 | 4.34 | 4.41 | 4.49 | 4.78 | 4.28 |
| CaO | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.10 |
| NiO | 0.07 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.05 | 0.04 | 0.11 | 0.02 | 0.03 |
| ZnO | 0.10 | 0.23 | 0.19 | 0.00 | 0.18 | 0.20 | 0.16 | 0.10 | 0.16 | 0.09 | 0.15 | 0.02 | 0.20 |
| V ₂ O ₅ | 0.12 | 0.16 | 0.09 | 0.02 | 0.18 | 0.14 | 0.14 | 0.10 | 0.20 | 0.22 | 0.09 | 0.16 | 0.32 |
| Total | 98.48 | 98.60 | 99.71 | 98.33 | 98.76 | 98.94 | 99.19 | 98.63 | 98.63 | 99.21 | 98.78 | 98.61 | 99.49 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.009 | 0.012 | 0.000 | 0.002 | 0.016 | 0.021 | 0.004 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.018 | 0.012 | 0.010 |
| Ti | 0.440 | 0.440 | 0.439 | 0.447 | 0.449 | 0.399 | 0.391 | 0.446 | 0.340 | 0.324 | 0.333 | 0.693 | 0.311 |
| Al | 0.088 | 0.117 | 0.140 | 0.155 | 0.173 | 0.173 | 0.155 | 0.117 | 0.076 | 0.059 | 0.074 | 0.041 | 0.015 |
| Cr | 0.004 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.006 |
| Fe ² | 6.150 | 5.987 | 5.971 | 5.875 | 6.025 | 5.910 | 6.013 | 6.006 | 6.159 | 6.171 | 6.031 | 6.311 | 6.202 |
| Fe ³ | 14.930 | 14.871 | 14.912 | 14.931 | 14.780 | 14.896 | 14.949 | 14.922 | 15.105 | 15.145 | 15.164 | 14.445 | 15.121 |
| Mn | 0.289 | 0.310 | 0.273 | 0.292 | 0.280 | 0.271 | 0.286 | 0.260 | 0.283 | 0.262 | 0.287 | 0.311 | 0.290 |
| Mg | 2.018 | 2.174 | 2.197 | 2.285 | 2.202 | 2.259 | 2.124 | 2.206 | 1.948 | 1.971 | 2.013 | 2.139 | 1.910 |
| Ca | 0.014 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.008 | 0.007 | 0.001 | 0.000 | 0.008 | 0.003 | 0.005 | 0.012 | 0.031 |
| Ni | 0.016 | 0.011 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.003 | 0.011 | 0.010 | 0.025 | 0.006 | 0.006 |
| Zn | 0.023 | 0.052 | 0.042 | 0.000 | 0.040 | 0.043 | 0.035 | 0.023 | 0.035 | 0.019 | 0.034 | 0.005 | 0.045 |
| V | 0.024 | 0.032 | 0.018 | 0.005 | 0.035 | 0.028 | 0.028 | 0.020 | 0.040 | 0.044 | 0.017 | 0.031 | 0.064 |
| Cations | 24.005 | 24.006 | 24.004 | 24.001 | 24.007 | 24.005 | 24.005 | 24.004 | 24.008 | 24.008 | 24.003 | 24.006 | 24.012 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 2 | 2 | 2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 1 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 |
| Posição | b | b | b | b | b | c | c | c | c | b | b | b | b |
| SiO ₂ | 0.08 | 0.06 | 0.60 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TiO ₂ | 0.80 | 0.85 | 0.52 | 1.93 | 2.00 | 1.85 | 1.88 | 1.81 | 1.84 | 1.45 | 1.82 | 1.79 | 1.67 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.18 | 0.38 | 0.43 | 0.43 | 0.39 | 0.40 | 0.37 | 0.37 | 0.11 | 0.22 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 |
| FeO | 25.01 | 24.73 | 23.83 | 24.34 | 23.42 | 23.74 | 23.09 | 23.52 | 23.63 | 23.32 | 23.44 | 24.65 | 24.28 |
| Fe ₂ O ₃ | 67.34 | 68.12 | 68.38 | 66.11 | 66.83 | 65.71 | 66.74 | 67.40 | 67.54 | 65.90 | 66.66 | 65.85 | 68.51 |
| MnO | 0.94 | 0.82 | 0.94 | 1.26 | 1.01 | 1.01 | 1.04 | 1.00 | 1.06 | 0.94 | 1.19 | 1.16 | 1.23 |
| MgO | 3.85 | 4.09 | 4.79 | 4.71 | 5.48 | 5.17 | 5.68 | 5.31 | 5.49 | 4.91 | 5.12 | 4.36 | 5.00 |
| CaO | 0.15 | 0.12 | 0.22 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.02 |
| NiO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.00 |
| ZnO | 0.03 | 0.16 | 0.26 | 0.03 | 0.24 | 0.26 | 0.11 | 0.06 | 0.11 | 0.23 | 0.15 | 0.14 | 0.16 |
| V ₂ O ₅ | 0.33 | 0.24 | 0.20 | 0.17 | 0.15 | 0.27 | 0.19 | 0.05 | 0.18 | 0.19 | 0.12 | 0.24 | 0.18 |
| Total | 98.53 | 99.20 | 99.79 | 98.77 | 99.56 | 98.49 | 99.24 | 99.55 | 100.27 | 97.43 | 98.93 | 98.35 | 101.27 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.025 | 0.017 | 0.178 | 0.015 | 0.000 | 0.012 | 0.007 | 0.001 | 0.000 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ti | 0.182 | 0.192 | 0.116 | 0.435 | 0.444 | 0.417 | 0.419 | 0.402 | 0.406 | 0.330 | 0.408 | 0.408 | 0.367 |
| Al | 0.000 | 0.000 | 0.018 | 0.063 | 0.131 | 0.152 | 0.149 | 0.135 | 0.140 | 0.130 | 0.129 | 0.038 | 0.074 |
| Cr | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.004 | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 0.000 |
| Fe ² | 6.341 | 6.218 | 5.911 | 6.105 | 5.792 | 5.945 | 5.718 | 5.824 | 5.803 | 5.915 | 5.847 | 6.230 | 5.934 |
| Fe ³ | 15.362 | 15.416 | 15.263 | 14.923 | 14.874 | 14.808 | 14.871 | 15.019 | 14.926 | 15.043 | 14.966 | 14.980 | 15.072 |
| Mn | 0.242 | 0.209 | 0.236 | 0.321 | 0.254 | 0.255 | 0.262 | 0.250 | 0.264 | 0.242 | 0.302 | 0.297 | 0.304 |
| Mg | 1.739 | 1.832 | 2.120 | 2.105 | 2.415 | 2.308 | 2.509 | 2.343 | 2.402 | 2.219 | 2.279 | 1.965 | 2.177 |
| Ca | 0.048 | 0.038 | 0.069 | 0.000 | 0.008 | 0.003 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.019 | 0.001 | 0.004 | 0.008 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.005 | 0.000 |
| Zn | 0.006 | 0.035 | 0.058 | 0.006 | 0.052 | 0.057 | 0.024 | 0.014 | 0.025 | 0.051 | 0.033 | 0.032 | 0.035 |
| V | 0.066 | 0.048 | 0.039 | 0.033 | 0.030 | 0.054 | 0.038 | 0.010 | 0.035 | 0.038 | 0.024 | 0.048 | 0.035 |
| Cations | 24.012 | 24.009 | 24.007 | 24.006 | 24.006 | 24.010 | 24.007 | 24.002 | 24.007 | 24.007 | 24.005 | 24.009 | 24.007 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 |
| Posição | c | c | b | b | c | c | b | c | c | b | c | b | | b | c | c |
| SiO ₂ | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.49 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.20 | 0.06 |
| TiO ₂ | 1.81 | 1.79 | 1.56 | 1.69 | 1.80 | 1.60 | 1.21 | 1.99 | 2.07 | 0.86 | 2.06 | 0.99 | 1.79 | 1.76 | 1.69 | 2.93 |
| Al ₂ O ₃ | 0.36 | 0.36 | 0.35 | 0.11 | 0.14 | 0.25 | 0.13 | 0.55 | 0.45 | 0.50 | 0.46 | 0.49 | 0.17 | 0.10 | 0.33 | 0.34 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.03 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 24.31 | 24.13 | 23.91 | 24.11 | 24.52 | 24.04 | 24.24 | 23.47 | 23.58 | 22.42 | 23.88 | 23.92 | 24.07 | 24.75 | 23.92 | 25.19 |
| Fe ₂ O ₃ | 68.36 | 68.19 | 68.61 | 68.41 | 67.99 | 68.98 | 69.00 | 65.55 | 67.81 | 69.77 | 68.12 | 69.87 | 68.72 | 68.09 | 65.79 | 66.26 |
| MnO | 1.20 | 1.07 | 1.12 | 1.17 | 1.32 | 1.19 | 1.08 | 0.91 | 1.08 | 0.87 | 1.14 | 0.92 | 1.23 | 1.21 | 1.24 | 1.00 |
| MgO | 5.19 | 5.37 | 5.37 | 5.12 | 4.77 | 5.23 | 4.62 | 5.60 | 5.83 | 5.89 | 5.75 | 5.24 | 5.29 | 4.84 | 4.66 | 5.42 |
| CaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.01 |
| NiO | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.11 | 0.00 |
| ZnO | 0.06 | 0.07 | 0.23 | 0.21 | 0.11 | 0.15 | 0.19 | 0.37 | 0.05 | 0.02 | 0.08 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.10 | 0.03 |
| V ₂ O ₅ | 0.15 | 0.19 | 0.27 | 0.24 | 0.15 | 0.16 | 0.13 | 0.05 | 0.13 | 0.13 | 0.19 | 0.20 | 0.18 | 0.24 | 0.13 | 0.13 |
| Total | 101.56 | 101.25 | 101.49 | 101.21 | 100.87 | 101.65 | 100.69 | 99.09 | 101.05 | 100.50 | 101.76 | 101.78 | 101.58 | 101.31 | 98.24 | 101.37 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.010 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.009 | 0.003 | 0.146 | 0.016 | 0.010 | 0.003 | 0.004 | 0.000 | 0.012 | 0.059 | 0.018 |
| Ti | 0.395 | 0.392 | 0.341 | 0.372 | 0.398 | 0.350 | 0.268 | 0.443 | 0.452 | 0.189 | 0.448 | 0.217 | 0.391 | 0.388 | 0.382 | 0.641 |
| Al | 0.123 | 0.123 | 0.119 | 0.038 | 0.047 | 0.084 | 0.046 | 0.193 | 0.153 | 0.174 | 0.156 | 0.167 | 0.059 | 0.036 | 0.118 | 0.116 |
| Cr | 0.007 | 0.014 | 0.012 | 0.012 | 0.000 | 0.005 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.007 | 0.000 | 0.015 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 5.912 | 5.877 | 5.815 | 5.894 | 6.027 | 5.845 | 5.980 | 5.808 | 5.728 | 5.480 | 5.769 | 5.804 | 5.855 | 6.058 | 6.026 | 6.119 |
| Fe ³ | 14.959 | 14.948 | 15.013 | 15.050 | 15.040 | 15.091 | 15.319 | 14.593 | 14.826 | 15.342 | 14.807 | 15.257 | 15.041 | 14.994 | 14.914 | 14.483 |
| Mn | 0.296 | 0.264 | 0.275 | 0.288 | 0.328 | 0.294 | 0.271 | 0.229 | 0.267 | 0.216 | 0.280 | 0.227 | 0.302 | 0.299 | 0.316 | 0.245 |
| Mg | 2.249 | 2.331 | 2.328 | 2.233 | 2.088 | 2.265 | 2.032 | 2.472 | 2.524 | 2.565 | 2.478 | 2.266 | 2.293 | 2.111 | 2.092 | 2.347 |
| Ca | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.029 | 0.015 | 0.000 | 0.005 | 0.022 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.015 | 0.023 | 0.004 |
| Ni | 0.010 | 0.000 | 0.007 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.006 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.013 | 0.027 | 0.000 |
| Zn | 0.014 | 0.016 | 0.049 | 0.044 | 0.024 | 0.032 | 0.041 | 0.081 | 0.011 | 0.004 | 0.017 | 0.014 | 0.019 | 0.024 | 0.023 | 0.007 |
| V | 0.029 | 0.036 | 0.052 | 0.046 | 0.029 | 0.030 | 0.025 | 0.011 | 0.025 | 0.026 | 0.036 | 0.038 | 0.035 | 0.046 | 0.025 | 0.024 |
| Cations | 24.006 | 24.007 | 24.010 | 24.009 | 24.006 | 24.006 | 24.005 | 24.002 | 24.005 | 24.005 | 24.007 | 24.007 | 24.007 | 24.009 | 24.005 | 24.005 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 4 | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Posição | b | b | b | b | c | c | c | b | b | b | b | b | b | c |
| SiO ₂ | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| TiO ₂ | 1.37 | 1.50 | 0.97 | 1.51 | 1.87 | 1.62 | 1.72 | 1.60 | 1.66 | 0.46 | 0.44 | 0.49 | 0.51 | |
| Al ₂ O ₃ | 0.30 | 0.04 | 0.01 | 0.03 | 0.12 | 0.32 | 0.23 | 0.27 | 0.21 | 1.54 | 1.93 | 1.66 | 1.84 | |
| Cr ₂ O ₃ | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | |
| FeO | 24.01 | 24.37 | 24.58 | 25.11 | 25.23 | 24.56 | 24.52 | 23.83 | 24.40 | 18.69 | 18.13 | 18.33 | 18.02 | |
| Fe ₂ O ₃ | 68.90 | 69.42 | 69.27 | 67.87 | 66.72 | 67.48 | 67.27 | 67.26 | 67.46 | 70.37 | 70.89 | 70.11 | 70.14 | |
| MnO | 1.15 | 1.18 | 1.07 | 1.14 | 1.06 | 1.13 | 1.28 | 1.16 | 1.10 | 0.98 | 1.02 | 0.86 | 0.91 | |
| MgO | 5.03 | 4.84 | 4.33 | 4.42 | 4.31 | 4.69 | 4.82 | 4.81 | 4.60 | 7.95 | 8.41 | 8.16 | 8.47 | |
| CaO | 0.02 | 0.16 | 0.14 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.10 | 0.05 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | |
| NiO | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | |
| ZnO | 0.13 | 0.16 | 0.14 | 0.09 | 0.13 | 0.16 | 0.10 | 0.15 | 0.14 | 0.15 | 0.05 | 0.00 | 0.04 | |
| V ₂ O ₅ | 0.17 | 0.17 | 0.21 | 0.28 | 0.16 | 0.22 | 0.27 | 0.16 | 0.08 | 0.12 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | |
| Total | 101.14 | 101.87 | 100.81 | 100.58 | 99.64 | 100.18 | 100.42 | 99.34 | 99.80 | 100.41 | 100.95 | 99.68 | 100.09 | |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.006 | 0.002 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.000 | 0.020 | 0.000 | 0.020 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | |
| Ti | 0.302 | 0.328 | 0.215 | 0.335 | 0.420 | 0.360 | 0.382 | 0.358 | 0.371 | 0.100 | 0.094 | 0.106 | 0.109 | |
| Al | 0.102 | 0.015 | 0.005 | 0.010 | 0.042 | 0.111 | 0.081 | 0.096 | 0.072 | 0.520 | 0.646 | 0.564 | 0.621 | |
| Cr | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.003 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | |
| Fe ² | 5.874 | 5.934 | 6.073 | 6.211 | 6.298 | 6.078 | 6.046 | 5.940 | 6.064 | 4.478 | 4.301 | 4.413 | 4.308 | |
| Fe ³ | 15.166 | 15.214 | 15.402 | 15.108 | 14.988 | 15.027 | 14.928 | 15.086 | 15.088 | 15.177 | 15.135 | 15.190 | 15.090 | |
| Mn | 0.286 | 0.290 | 0.267 | 0.286 | 0.268 | 0.283 | 0.319 | 0.294 | 0.277 | 0.239 | 0.244 | 0.209 | 0.220 | |
| Mg | 2.194 | 2.100 | 1.908 | 1.948 | 1.919 | 2.068 | 2.119 | 2.139 | 2.039 | 3.395 | 3.557 | 3.505 | 3.609 | |
| Ca | 0.005 | 0.051 | 0.044 | 0.013 | 0.000 | 0.004 | 0.025 | 0.031 | 0.015 | 0.017 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | |
| Ni | 0.004 | 0.004 | 0.011 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.000 | 0.007 | 0.008 | 0.006 | 0.006 | 0.000 | |
| Zn | 0.027 | 0.035 | 0.031 | 0.019 | 0.029 | 0.035 | 0.022 | 0.033 | 0.030 | 0.031 | 0.010 | 0.000 | 0.009 | |
| V | 0.032 | 0.033 | 0.042 | 0.055 | 0.032 | 0.042 | 0.053 | 0.031 | 0.016 | 0.023 | 0.009 | 0.010 | 0.014 | |
| Cations | 24.006 | 24.006 | 24.008 | 24.010 | 24.006 | 24.008 | 24.010 | 24.006 | 24.003 | 24.004 | 24.002 | 24.002 | 24.003 | |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Posição | c | c | c | b | b | b | b | c | c | | b | b | b |
| SiO ₂ | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.06 |
| TiO ₂ | 0.55 | 0.56 | 0.51 | 0.40 | 0.47 | 0.48 | 0.44 | 0.45 | 0.45 | 0.47 | 0.37 | 0.44 | 0.43 |
| Al ₂ O ₃ | 1.85 | 1.92 | 1.96 | 1.80 | 1.63 | 1.68 | 1.36 | 1.80 | 1.87 | 1.00 | 1.82 | 1.80 | 1.09 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 |
| FeO | 17.86 | 18.01 | 17.91 | 18.45 | 18.30 | 18.44 | 18.08 | 17.37 | 17.78 | 19.06 | 18.61 | 18.33 | 23.05 |
| Fe ₂ O ₃ | 71.05 | 69.74 | 70.24 | 70.57 | 70.98 | 71.26 | 70.74 | 70.38 | 70.54 | 71.60 | 70.74 | 70.76 | 69.52 |
| MnO | 1.00 | 0.90 | 1.02 | 0.94 | 1.01 | 1.05 | 1.01 | 0.90 | 0.88 | 0.99 | 0.93 | 0.99 | 1.10 |
| MgO | 8.59 | 8.47 | 8.45 | 8.34 | 8.27 | 8.38 | 8.28 | 8.79 | 8.63 | 7.77 | 8.11 | 8.27 | 4.98 |
| CaO | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 0.08 |
| NiO | 0.05 | 0.03 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.07 | 0.06 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.01 |
| ZnO | 0.20 | 0.08 | 0.28 | 0.14 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.15 | 0.10 | 0.09 | 0.12 | 0.06 | 0.03 |
| V ₂ O ₅ | 0.00 | 0.10 | 0.12 | 0.15 | 0.04 | 0.14 | 0.14 | 0.12 | 0.12 | 0.05 | 0.09 | 0.08 | 0.06 |
| Total | 101.20 | 99.85 | 100.59 | 100.91 | 100.83 | 101.57 | 100.24 | 100.03 | 100.57 | 101.12 | 100.89 | 100.87 | 100.41 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.016 | 0.007 | 0.005 | 0.013 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.006 | 0.011 | 0.013 | 0.010 | 0.018 |
| Ti | 0.117 | 0.120 | 0.108 | 0.086 | 0.101 | 0.102 | 0.095 | 0.098 | 0.096 | 0.102 | 0.079 | 0.093 | 0.095 |
| Al | 0.616 | 0.647 | 0.656 | 0.604 | 0.548 | 0.560 | 0.458 | 0.604 | 0.628 | 0.338 | 0.609 | 0.601 | 0.377 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.013 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.000 |
| Fe ² | 4.222 | 4.315 | 4.261 | 4.384 | 4.357 | 4.356 | 4.335 | 4.149 | 4.227 | 4.555 | 4.428 | 4.358 | 5.658 |
| Fe ³ | 15.117 | 15.032 | 15.040 | 15.087 | 15.205 | 15.147 | 15.261 | 15.124 | 15.093 | 15.402 | 15.148 | 15.139 | 15.355 |
| Mn | 0.239 | 0.219 | 0.247 | 0.225 | 0.244 | 0.252 | 0.245 | 0.218 | 0.212 | 0.239 | 0.225 | 0.237 | 0.273 |
| Mg | 3.620 | 3.617 | 3.583 | 3.532 | 3.510 | 3.529 | 3.538 | 3.743 | 3.660 | 3.310 | 3.442 | 3.507 | 2.180 |
| Ca | 0.000 | 0.003 | 0.004 | 0.003 | 0.000 | 0.011 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 0.016 | 0.016 | 0.005 | 0.026 |
| Ni | 0.012 | 0.006 | 0.019 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.016 | 0.013 | 0.038 | 0.000 | 0.000 | 0.020 | 0.002 |
| Zn | 0.041 | 0.018 | 0.058 | 0.029 | 0.019 | 0.017 | 0.017 | 0.032 | 0.022 | 0.019 | 0.026 | 0.013 | 0.005 |
| V | 0.000 | 0.019 | 0.023 | 0.029 | 0.007 | 0.026 | 0.026 | 0.022 | 0.022 | 0.010 | 0.017 | 0.014 | 0.012 |
| Cations | 24.000 | 24.004 | 24.004 | 24.005 | 24.002 | 24.005 | 24.005 | 24.004 | 24.004 | 24.002 | 24.003 | 24.003 | 24.002 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A | FVL145A |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ponto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Posição | b | c | c | c | c | c | b | b | b | c | c | b |
| SiO ₂ | 0.39 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.07 | 0.09 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 |
| TiO ₂ | 0.42 | 0.56 | 0.46 | 0.43 | 0.54 | 0.54 | 0.48 | 0.32 | 0.55 | 0.61 | 0.63 | 0.50 |
| Al ₂ O ₃ | 0.61 | 1.57 | 1.35 | 1.45 | 1.59 | 1.67 | 1.41 | 0.48 | 1.13 | 1.43 | 1.70 | 1.03 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 |
| FeO | 25.48 | 17.62 | 17.80 | 17.52 | 18.21 | 18.02 | 18.18 | 20.86 | 18.79 | 17.74 | 17.29 | 18.21 |
| Fe ₂ O ₃ | 67.94 | 71.28 | 70.91 | 71.99 | 71.52 | 71.65 | 72.42 | 71.63 | 71.40 | 71.21 | 71.42 | 72.13 |
| MnO | 1.04 | 1.09 | 1.08 | 1.05 | 1.04 | 0.96 | 1.05 | 1.04 | 1.08 | 1.14 | 1.07 | 1.09 |
| MgO | 3.60 | 8.74 | 8.51 | 8.87 | 8.62 | 8.81 | 8.67 | 6.36 | 8.13 | 8.70 | 9.18 | 8.24 |
| CaO | 0.21 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.08 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.08 |
| NiO | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.02 |
| ZnO | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.10 | 0.12 | 0.11 | 0.15 | 0.08 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.06 |
| V ₂ O ₅ | 0.18 | 0.06 | 0.11 | 0.05 | 0.13 | 0.08 | 0.07 | 0.04 | 0.15 | 0.10 | 0.07 | 0.03 |
| Total | 99.95 | 101.02 | 100.39 | 101.54 | 101.82 | 101.95 | 102.52 | 100.96 | 101.37 | 101.09 | 101.47 | 101.41 |
| Cations O=32 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.116 | 0.000 | 0.011 | 0.012 | 0.003 | 0.019 | 0.024 | 0.015 | 0.007 | 0.009 | 0.009 | 0.000 |
| Ti | 0.094 | 0.120 | 0.100 | 0.091 | 0.115 | 0.114 | 0.100 | 0.070 | 0.118 | 0.129 | 0.133 | 0.106 |
| Al | 0.214 | 0.523 | 0.454 | 0.482 | 0.526 | 0.553 | 0.464 | 0.165 | 0.379 | 0.478 | 0.562 | 0.345 |
| Cr | 0.003 | 0.002 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.005 |
| Fe ² | 6.355 | 4.174 | 4.253 | 4.129 | 4.287 | 4.229 | 4.253 | 5.061 | 4.466 | 4.205 | 4.062 | 4.327 |
| Fe ³ | 15.245 | 15.197 | 15.245 | 15.269 | 15.149 | 15.130 | 15.247 | 15.634 | 15.274 | 15.186 | 15.104 | 15.420 |
| Mn | 0.262 | 0.262 | 0.262 | 0.250 | 0.249 | 0.229 | 0.248 | 0.255 | 0.260 | 0.273 | 0.253 | 0.263 |
| Mg | 1.599 | 3.691 | 3.626 | 3.729 | 3.619 | 3.683 | 3.616 | 2.749 | 3.448 | 3.676 | 3.845 | 3.490 |
| Ca | 0.066 | 0.007 | 0.014 | 0.000 | 0.003 | 0.008 | 0.008 | 0.023 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.023 |
| Ni | 0.010 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.004 |
| Zn | 0.008 | 0.012 | 0.009 | 0.022 | 0.024 | 0.024 | 0.031 | 0.017 | 0.023 | 0.019 | 0.015 | 0.013 |
| V | 0.035 | 0.012 | 0.021 | 0.010 | 0.024 | 0.016 | 0.012 | 0.008 | 0.029 | 0.018 | 0.014 | 0.005 |
| Cations | 24.007 | 24.002 | 24.004 | 24.002 | 24.005 | 24.003 | 24.002 | 24.002 | 24.006 | 24.004 | 24.003 | 24.001 |

Anexo J – Análises de espinélio de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 32 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 | FVL68 |
|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Unidade | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a | B1a |
| Grão, ponto | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 4,1 | 4,2 | 4,3 |
| Posição | borda | núcleo | borda | borda | inter | núcleo | borda | | núcleo | borda | núcleo | borda |
| SiO ₂ | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.01 |
| TiO ₂ | 56.14 | 54.34 | 56.40 | 56.46 | 53.87 | 52.42 | 55.73 | 56.45 | 56.56 | 55.55 | 54.96 | 55.59 |
| Al ₂ O ₃ | 0.07 | 0.16 | 0.08 | 0.05 | 0.13 | 0.36 | 0.06 | 0.07 | 0.20 | 0.10 | 0.13 | 0.14 |
| FeO | 0.88 | 1.37 | 0.68 | 0.68 | 1.42 | 1.48 | 0.68 | 0.80 | 0.73 | 1.01 | 0.98 | 1.09 |
| MnO | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| MgO | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.01 |
| CaO | 39.86 | 37.28 | 39.83 | 39.61 | 37.03 | 35.77 | 39.37 | 40.09 | 40.19 | 39.23 | 38.49 | 39.59 |
| Na ₂ O | 0.00 | 0.45 | 0.05 | 0.11 | 0.47 | 0.58 | 0.26 | 0.07 | 0.20 | 0.07 | 0.20 | 0.05 |
| ThO ₂ | 0.07 | 0.28 | 0.05 | 0.07 | 0.23 | 0.31 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.05 | 0.15 | 0.02 |
| ZrO ₂ | 0.03 | 0.07 | 0.12 | 0.14 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 0.08 | 0.11 | 0.10 | 0.09 | 0.06 |
| SrO | 0.39 | 0.37 | 0.46 | 0.46 | 0.32 | 0.30 | 0.45 | 0.46 | 0.50 | 0.42 | 0.38 | 0.34 |
| Nb ₂ O ₅ | 0.33 | 0.24 | 0.37 | 0.37 | 0.24 | 0.18 | 0.40 | 0.36 | 0.31 | 0.37 | 0.26 | 0.34 |
| Y ₂ O ₃ | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| Ta ₂ O ₅ | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.47 | 1.07 | 0.44 | 0.45 | 1.11 | 1.12 | 0.38 | 0.40 | 0.36 | 0.45 | 0.66 | 0.41 |
| Ce ₂ O ₃ | 1.09 | 2.85 | 0.89 | 0.98 | 2.96 | 3.49 | 0.76 | 0.78 | 0.70 | 0.89 | 1.97 | 0.79 |
| Nd ₂ O ₃ | 0.51 | 1.39 | 0.29 | 0.43 | 1.45 | 1.79 | 0.20 | 0.21 | 0.22 | 0.37 | 0.92 | 0.27 |
| Total | 99.86 | 99.94 | 99.73 | 99.90 | 99.24 | 98.03 | 98.51 | 99.85 | 100.28 | 98.77 | 99.22 | 98.72 |
| Cations O = 3 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| Al | 0.002 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | 0.004 | 0.010 | 0.002 | 0.002 | 0.005 | 0.003 | 0.004 | 0.004 |
| Ti | 0.976 | 0.964 | 0.979 | 0.979 | 0.963 | 0.955 | 0.978 | 0.978 | 0.975 | 0.975 | 0.970 | 0.974 |
| Fe ² | 0.017 | 0.027 | 0.013 | 0.013 | 0.028 | 0.030 | 0.013 | 0.015 | 0.014 | 0.020 | 0.019 | 0.021 |
| Mn | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Ca | 0.987 | 0.942 | 0.984 | 0.979 | 0.943 | 0.928 | 0.984 | 0.989 | 0.986 | 0.981 | 0.968 | 0.988 |
| Na | 0.000 | 0.021 | 0.002 | 0.005 | 0.022 | 0.027 | 0.012 | 0.003 | 0.009 | 0.003 | 0.009 | 0.002 |
| Th | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| Zr | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Sr | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.006 | 0.006 | 0.007 | 0.006 | 0.005 | 0.005 |
| Nb | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.003 | 0.004 |
| Y | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ta | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.004 | 0.009 | 0.004 | 0.004 | 0.010 | 0.010 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.006 | 0.004 |
| Ce | 0.009 | 0.025 | 0.008 | 0.008 | 0.026 | 0.031 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | 0.008 | 0.017 | 0.007 |
| Nd | 0.004 | 0.012 | 0.002 | 0.004 | 0.012 | 0.016 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.008 | 0.002 |
| Cations | 2.009 | 2.014 | 2.007 | 2.006 | 2.016 | 2.018 | 2.013 | 2.010 | 2.014 | 2.009 | 2.011 | 2.012 |

Anexo K – Análises de perovskita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 3 oxigênios.

| Amostra | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 | FSALT81 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b |
| Grão, ponto | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 3,2 | 4,1 | 4,2 |
| Posição | borda | núcleo | borda | borda | borda | inter | inter | núcleo | borda | núcleo | borda | núcleo |
| SiO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| TiO ₂ | 54.57 | 54.45 | 54.53 | 54.32 | 54.65 | 54.76 | 53.84 | 54.71 | 54.31 | 56.11 | 56.32 | 55.36 |
| Al ₂ O ₃ | 0.09 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.08 |
| FeO | 1.20 | 1.11 | 1.10 | 1.49 | 1.18 | 1.35 | 1.51 | 1.24 | 1.25 | 0.94 | 0.87 | 0.97 |
| MnO | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| MgO | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.03 |
| CaO | 37.75 | 37.83 | 38.00 | 37.70 | 38.65 | 38.38 | 38.47 | 38.37 | 38.00 | 38.68 | 39.15 | 38.26 |
| Na ₂ O | 0.37 | 0.49 | 0.47 | 0.54 | 0.36 | 0.44 | 0.20 | 0.41 | 0.29 | 0.37 | 0.23 | 0.43 |
| ThO ₂ | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.00 |
| ZrO ₂ | 0.51 | 0.35 | 0.32 | 0.38 | 0.42 | 0.51 | 0.73 | 0.62 | 0.40 | 0.17 | 0.14 | 0.29 |
| SrO | 0.58 | 0.52 | 0.45 | 0.52 | 0.55 | 0.52 | 0.61 | 0.61 | 0.46 | 0.46 | 0.53 | 0.46 |
| Nb ₂ O ₅ | 1.22 | 1.15 | 1.15 | 1.17 | 1.31 | 1.23 | 1.32 | 1.28 | 1.18 | 0.63 | 0.70 | 1.05 |
| Y ₂ O ₃ | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.09 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.06 |
| Ta ₂ O ₅ | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.06 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.02 |
| La ₂ O ₃ | 0.92 | 0.93 | 0.95 | 1.01 | 0.83 | 0.86 | 0.67 | 0.81 | 0.92 | 0.71 | 0.60 | 0.83 |
| Ce ₂ O ₃ | 1.70 | 1.79 | 1.77 | 1.79 | 1.56 | 1.45 | 1.41 | 1.44 | 1.86 | 1.44 | 1.17 | 1.55 |
| Nd ₂ O ₃ | 0.60 | 0.60 | 0.70 | 0.61 | 0.48 | 0.54 | 0.44 | 0.44 | 0.58 | 0.49 | 0.46 | 0.57 |
| Total | 99.60 | 99.48 | 99.64 | 99.74 | 100.11 | 100.26 | 99.42 | 100.04 | 99.46 | 100.12 | 100.35 | 99.99 |
| Cations O = 3 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Al | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| Ti | 0.961 | 0.961 | 0.961 | 0.958 | 0.957 | 0.958 | 0.950 | 0.958 | 0.959 | 0.976 | 0.975 | 0.968 |
| Fe ² | 0.023 | 0.022 | 0.022 | 0.029 | 0.023 | 0.026 | 0.030 | 0.024 | 0.025 | 0.018 | 0.017 | 0.019 |
| Mn | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| Ca | 0.947 | 0.951 | 0.954 | 0.947 | 0.964 | 0.956 | 0.967 | 0.957 | 0.955 | 0.958 | 0.966 | 0.953 |
| Na | 0.017 | 0.022 | 0.021 | 0.025 | 0.016 | 0.020 | 0.009 | 0.018 | 0.013 | 0.017 | 0.010 | 0.020 |
| Th | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Zr | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.006 | 0.008 | 0.007 | 0.005 | 0.002 | 0.002 | 0.003 |
| Sr | 0.008 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.008 | 0.006 | 0.006 | 0.007 | 0.006 |
| Nb | 0.013 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.014 | 0.013 | 0.014 | 0.014 | 0.013 | 0.007 | 0.007 | 0.011 |
| Y | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| Ta | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.008 | 0.006 | 0.005 | 0.007 |
| Ce | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.013 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.016 | 0.012 | 0.010 | 0.013 |
| Nd | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.004 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.005 |
| Cations | 2.006 | 2.012 | 2.012 | 2.015 | 2.013 | 2.013 | 2.012 | 2.011 | 2.009 | 2.008 | 2.006 | 2.009 |

Anexo K – Análises de perovskita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 3 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 | FSALT89.3 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b |
| Grão, ponto | 1,1 | 1,3 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 3,2 | 3,3 | 4,1 | 5,1 | 5,3 | 5,4 | 5,5 |
| Posição | borda | borda | borda | núcleo | borda | núcleo | borda | núcleo | borda | núcleo | núcleo | núcleo |
| SiO ₂ | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.03 |
| TiO ₂ | 56.74 | 56.07 | 56.64 | 54.78 | 56.79 | 56.13 | 56.24 | 55.33 | 55.39 | 56.21 | 56.11 | 56.11 |
| Al ₂ O ₃ | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.12 | 0.05 | 0.09 | 0.01 | 0.07 | 0.03 | 0.09 | 0.07 | 0.06 |
| FeO | 0.62 | 0.50 | 0.70 | 1.17 | 0.85 | 0.98 | 0.72 | 0.90 | 0.83 | 1.05 | 0.89 | 0.99 |
| MnO | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| MgO | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 0.01 |
| CaO | 39.52 | 38.37 | 39.96 | 37.14 | 40.14 | 39.12 | 39.70 | 39.65 | 38.83 | 38.94 | 39.19 | 38.78 |
| Na ₂ O | 0.10 | 0.62 | 0.13 | 0.61 | 0.12 | 0.35 | 0.24 | 0.17 | 0.19 | 0.12 | 0.34 | 0.38 |
| ThO ₂ | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.36 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.07 | 0.06 |
| ZrO ₂ | 0.11 | 0.06 | 0.10 | 0.04 | 0.11 | 0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.08 |
| SrO | 0.54 | 0.74 | 0.51 | 0.29 | 0.46 | 0.26 | 0.45 | 0.49 | 0.50 | 0.31 | 0.28 | 0.45 |
| Nb ₂ O ₅ | 0.52 | 0.87 | 0.51 | 0.23 | 0.47 | 0.35 | 0.50 | 0.50 | 0.46 | 0.29 | 0.32 | 0.43 |
| Y ₂ O ₃ | 0.04 | 0.05 | 0.09 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.01 |
| Ta ₂ O ₅ | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.05 | 0.06 | 0.11 | 0.11 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.03 |
| La ₂ O ₃ | 0.38 | 0.75 | 0.44 | 0.82 | 0.47 | 0.66 | 0.53 | 0.43 | 0.51 | 0.66 | 0.63 | 0.66 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.70 | 1.25 | 0.67 | 2.86 | 0.85 | 1.39 | 0.84 | 0.73 | 0.82 | 1.66 | 1.43 | 1.36 |
| Nd ₂ O ₃ | 0.24 | 0.54 | 0.21 | 1.49 | 0.30 | 0.53 | 0.32 | 0.28 | 0.33 | 0.77 | 0.60 | 0.62 |
| Total | 99.56 | 100.00 | 100.09 | 99.96 | 100.76 | 100.14 | 99.82 | 98.72 | 98.03 | 100.35 | 100.13 | 100.04 |
| Cations O = 3 | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Al | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.002 |
| Ti | 0.984 | 0.977 | 0.978 | 0.970 | 0.976 | 0.975 | 0.976 | 0.971 | 0.979 | 0.977 | 0.975 | 0.977 |
| Fe ² | 0.012 | 0.010 | 0.013 | 0.023 | 0.016 | 0.019 | 0.014 | 0.018 | 0.016 | 0.020 | 0.017 | 0.019 |
| Mn | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mg | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.000 |
| Ca | 0.976 | 0.952 | 0.983 | 0.937 | 0.983 | 0.968 | 0.982 | 0.991 | 0.977 | 0.964 | 0.970 | 0.962 |
| Na | 0.004 | 0.028 | 0.006 | 0.028 | 0.005 | 0.016 | 0.011 | 0.008 | 0.009 | 0.006 | 0.015 | 0.017 |
| Th | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Zr | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Sr | 0.007 | 0.010 | 0.007 | 0.004 | 0.006 | 0.004 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.004 | 0.006 |
| Nb | 0.005 | 0.009 | 0.005 | 0.002 | 0.005 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.003 | 0.003 | 0.005 |
| Y | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ta | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.003 | 0.006 | 0.004 | 0.007 | 0.004 | 0.006 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.006 | 0.005 | 0.006 |
| Ce | 0.006 | 0.011 | 0.006 | 0.025 | 0.007 | 0.012 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.014 | 0.012 | 0.012 |
| Nd | 0.002 | 0.005 | 0.002 | 0.013 | 0.002 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.006 | 0.005 | 0.005 |
| Cations | 2.003 | 2.010 | 2.008 | 2.013 | 2.009 | 2.013 | 2.012 | 2.017 | 2.009 | 2.005 | 2.013 | 2.011 |

Anexo K – Análises de perovskita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 3 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | FVL95.7 | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B1b | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a |
| Grão, ponto | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 2,1 | 2,2 | 3,1 | 3,2 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 3,2 | 3,3 | 4,1 | 4,2 | 4,3 |
| Posição | | | | borda | núcleo | borda | núcleo | borda | núcleo | borda | núcleo | borda | borda | núcleo | borda |
| SiO ₂ | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 |
| TiO ₂ | 55.32 | 55.47 | 55.43 | 55.93 | 55.65 | 55.71 | 55.44 | 55.50 | 55.73 | 56.28 | 55.64 | 56.34 | 56.65 | 56.30 | 55.92 |
| Al ₂ O ₃ | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.07 | 0.05 | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| FeO | 0.95 | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.92 | 0.98 | 0.93 | 0.94 | 0.86 | 0.89 | 1.16 | 0.75 | 1.05 | 0.92 | 0.97 |
| MnO | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.04 | 0.00 |
| MgO | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.04 |
| CaO | 38.75 | 38.86 | 38.72 | 38.62 | 38.82 | 38.31 | 38.54 | 39.10 | 39.55 | 39.46 | 38.75 | 39.62 | 39.22 | 39.57 | 39.35 |
| Na ₂ O | 0.30 | 0.38 | 0.41 | 0.36 | 0.38 | 0.42 | 0.65 | 0.17 | 0.23 | 0.22 | 0.24 | 0.27 | 0.22 | 0.27 | 0.16 |
| ThO ₂ | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.07 | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 0.01 |
| ZrO ₂ | 0.35 | 0.30 | 0.44 | 0.39 | 0.34 | 0.28 | 0.33 | 0.03 | 0.13 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.06 |
| SrO | 0.68 | 0.63 | 0.58 | 0.61 | 0.67 | 0.61 | 0.61 | 0.37 | 0.58 | 0.40 | 0.40 | 0.38 | 0.39 | 0.32 | 0.32 |
| Nb ₂ O ₅ | 1.07 | 1.03 | 1.04 | 0.91 | 0.99 | 1.04 | 0.96 | 0.50 | 0.64 | 0.47 | 0.52 | 0.48 | 0.47 | 0.48 | 0.45 |
| Y ₂ O ₃ | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.07 | 0.06 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.05 |
| Ta ₂ O ₅ | 0.09 | 0.12 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.08 | 0.03 | 0.00 | 0.04 |
| La ₂ O ₃ | 0.75 | 0.75 | 0.62 | 0.63 | 0.71 | 0.66 | 0.71 | 0.61 | 0.63 | 0.55 | 0.64 | 0.60 | 0.47 | 0.56 | 0.60 |
| Ce ₂ O ₃ | 1.27 | 1.24 | 1.06 | 1.21 | 1.18 | 1.23 | 1.21 | 1.01 | 0.94 | 1.17 | 1.41 | 1.09 | 1.06 | 1.15 | 1.19 |
| Nd ₂ O ₃ | 0.50 | 0.46 | 0.35 | 0.42 | 0.42 | 0.52 | 0.52 | 0.44 | 0.18 | 0.51 | 0.64 | 0.47 | 0.43 | 0.48 | 0.56 |
| Total | 100.19 | 100.21 | 99.74 | 100.09 | 100.24 | 99.95 | 100.03 | 98.88 | 99.62 | 100.28 | 99.67 | 100.29 | 100.27 | 100.32 | 99.80 |
| Cations O = 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| Al | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| Ti | 0.965 | 0.966 | 0.968 | 0.973 | 0.968 | 0.972 | 0.967 | 0.974 | 0.971 | 0.975 | 0.973 | 0.975 | 0.980 | 0.975 | 0.974 |
| Fe ² | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.019 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.022 | 0.014 | 0.020 | 0.018 | 0.019 |
| Mn | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 |
| Mg | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| Ca | 0.963 | 0.965 | 0.963 | 0.957 | 0.962 | 0.952 | 0.958 | 0.978 | 0.982 | 0.974 | 0.965 | 0.977 | 0.966 | 0.976 | 0.976 |
| Na | 0.013 | 0.017 | 0.019 | 0.016 | 0.017 | 0.019 | 0.029 | 0.008 | 0.011 | 0.010 | 0.011 | 0.012 | 0.010 | 0.012 | 0.007 |
| Th | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Zr | 0.004 | 0.003 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| Sr | 0.009 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.008 | 0.005 | 0.008 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.004 | 0.004 |
| Nb | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.010 | 0.010 | 0.011 | 0.010 | 0.005 | 0.007 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| Y | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| Ta | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.006 | 0.006 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.004 | 0.005 | 0.005 |
| Ce | 0.011 | 0.011 | 0.009 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.012 | 0.009 | 0.009 | 0.010 | 0.010 |
| Nd | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.001 | 0.004 | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.005 |
| Cations | 2.008 | 2.011 | 2.010 | 2.006 | 2.010 | 2.007 | 2.017 | 2.010 | 2.014 | 2.010 | 2.010 | 2.011 | 2.007 | 2.013 | 2.010 |

Anexo K – Análises de perovskita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 3 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B | 282B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b |
| Grão, ponto | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 2,1 | 2,3 | 3,1 | 3,3 | 3,4 | 4,1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 4,1 |
| Posição | | | | borda | borda | borda | borda | borda | borda | borda | núcleo | borda | borda | núcleo | borda | borda |
| SiO ₂ | 30.17 | 30.18 | 29.74 | 30.79 | 30.47 | 30.16 | 30.68 | 30.78 | 29.94 | 30.02 | 30.54 | 30.90 | 29.85 | 30.21 | 29.85 | 29.39 |
| TiO ₂ | 37.89 | 37.63 | 35.88 | 37.71 | 37.72 | 37.68 | 38.20 | 37.45 | 37.73 | 37.66 | 36.74 | 38.65 | 36.84 | 37.76 | 37.15 | 37.72 |
| Al ₂ O ₃ | 0.19 | 0.19 | 0.15 | 0.24 | 0.20 | 0.24 | 0.10 | 0.26 | 0.22 | 0.13 | 0.25 | 0.03 | 0.19 | 0.05 | 0.13 | 0.03 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.68 | 1.13 | 1.66 | 1.40 | 1.32 | 1.45 | 1.61 | 1.57 | 1.32 | 1.71 | 1.49 | 1.23 | 1.43 | 1.30 | 1.42 | 1.15 |
| MnO | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.06 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 |
| MgO | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 |
| CaO | 27.92 | 27.85 | 28.66 | 28.19 | 28.65 | 28.38 | 28.50 | 28.56 | 28.11 | 28.51 | 28.33 | 28.52 | 28.00 | 27.98 | 28.32 | 27.92 |
| Na ₂ O | 0.05 | 0.00 | 0.20 | 0.09 | 0.00 | 0.25 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.08 | 0.15 | 0.21 | 0.21 | 0.05 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.01 |
| La ₂ O ₃ | 0.10 | 0.14 | 0.15 | 0.09 | 0.11 | 0.02 | 0.10 | 0.09 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.08 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.32 | 0.26 | 0.30 | 0.28 | 0.16 | 0.23 | 0.25 | 0.20 | 0.14 | 0.12 | 0.02 | 0.21 | 0.10 | 0.17 | 0.04 | 0.12 |
| Nd ₂ O ₃ | 0.21 | 0.22 | 0.11 | 0.14 | 0.07 | 0.19 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.13 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 |
| Y ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.06 | 0.01 | 0.07 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.02 | 0.09 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 98.56 | 97.63 | 96.89 | 99.12 | 98.81 | 98.71 | 99.73 | 98.99 | 97.49 | 98.41 | 97.45 | 99.76 | 96.71 | 97.85 | 97.21 | 96.67 |
| Cations O=20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 4.025 | 4.057 | 4.051 | 4.076 | 4.049 | 4.019 | 4.041 | 4.078 | 4.026 | 4.012 | 4.103 | 4.060 | 4.051 | 4.050 | 4.032 | 3.997 |
| Al | 0.030 | 0.030 | 0.024 | 0.038 | 0.031 | 0.037 | 0.016 | 0.041 | 0.034 | 0.020 | 0.039 | 0.004 | 0.031 | 0.007 | 0.021 | 0.005 |
| Ti | 3.802 | 3.805 | 3.676 | 3.756 | 3.770 | 3.778 | 3.786 | 3.732 | 3.816 | 3.786 | 3.713 | 3.820 | 3.760 | 3.808 | 3.775 | 3.859 |
| Fe ³ | 0.168 | 0.114 | 0.170 | 0.139 | 0.132 | 0.145 | 0.159 | 0.156 | 0.133 | 0.172 | 0.150 | 0.121 | 0.146 | 0.131 | 0.144 | 0.118 |
| Mn | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.007 | 0.002 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.000 |
| Mg | 0.004 | 0.002 | 0.000 | 0.006 | 0.004 | 0.009 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.001 | 0.000 |
| Ca | 3.990 | 4.011 | 4.183 | 3.999 | 4.079 | 4.053 | 4.023 | 4.054 | 4.050 | 4.083 | 4.077 | 4.015 | 4.072 | 4.019 | 4.099 | 4.069 |
| Na | 0.012 | 0.000 | 0.052 | 0.023 | 0.000 | 0.065 | 0.053 | 0.000 | 0.000 | 0.016 | 0.000 | 0.019 | 0.039 | 0.054 | 0.055 | 0.012 |
| K | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.004 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.003 | 0.005 | 0.000 | 0.004 | 0.002 |
| La | 0.005 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.006 | 0.001 | 0.005 | 0.005 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.002 | 0.002 | 0.004 |
| Ce | 0.016 | 0.013 | 0.015 | 0.014 | 0.008 | 0.011 | 0.012 | 0.010 | 0.007 | 0.006 | 0.001 | 0.010 | 0.005 | 0.008 | 0.002 | 0.006 |
| Nd | 0.010 | 0.011 | 0.005 | 0.007 | 0.003 | 0.009 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 |
| Y | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.006 | 0.005 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.006 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 12.031 | 12.021 | 12.161 | 12.048 | 12.069 | 12.113 | 12.080 | 12.066 | 12.061 | 12.093 | 12.084 | 12.042 | 12.105 | 12.075 | 12.133 | 12.062 |

Anexo L – Análises de titanita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 20 oxigênios.

| Amostra | 282B | 282B | 282B | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b |
| Grão, ponto | 4,2 | 4,4 | 4,5 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 4,3 | 5,1 | 5,2 | 5,3 |
| Posição | inter | inter | borda | borda | núcleo | borda | borda | núcleo | borda | borda | inter | borda | borda | borda | núcleo | borda |
| SiO ₂ | 29.76 | 29.35 | 30.19 | 29.50 | 29.23 | 29.87 | 30.35 | 29.79 | 30.25 | 29.58 | 30.28 | 29.89 | 30.11 | 30.01 | 30.09 | 30.01 |
| TiO ₂ | 38.01 | 36.73 | 37.49 | 36.94 | 36.22 | 35.73 | 38.63 | 38.27 | 37.59 | 35.08 | 37.86 | 37.33 | 37.03 | 37.82 | 36.35 | 36.76 |
| Al ₂ O ₃ | 0.03 | 0.23 | 0.00 | 0.09 | 0.11 | 0.08 | 0.12 | 0.11 | 0.16 | 0.11 | 0.12 | 0.09 | 0.15 | 0.13 | 0.14 | 0.20 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.00 | 1.35 | 1.40 | 1.57 | 1.87 | 2.08 | 1.36 | 1.48 | 1.73 | 1.79 | 1.37 | 1.27 | 1.52 | 1.36 | 2.58 | 2.31 |
| MnO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| MgO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.04 |
| CaO | 27.98 | 27.41 | 27.79 | 27.87 | 27.53 | 27.81 | 28.47 | 28.38 | 28.27 | 28.49 | 28.06 | 28.09 | 27.92 | 27.99 | 27.96 | 27.92 |
| Na ₂ O | 0.08 | 0.15 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.19 | 0.14 | 0.00 | 0.17 | 0.00 |
| K ₂ O | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.03 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | 0.14 | 0.08 | 0.10 | 0.19 | 0.10 | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.12 | 0.05 | 0.06 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.14 | 0.04 | 0.17 | 0.27 | 0.28 | 0.22 | 0.34 | 0.32 | 0.29 | 0.26 | 0.23 | 0.27 | 0.27 | 0.28 | 0.14 | 0.18 |
| Nd ₂ O ₃ | 0.04 | 0.19 | 0.08 | 0.07 | 0.18 | 0.01 | 0.12 | 0.24 | 0.04 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.11 | 0.12 | 0.04 | 0.03 |
| Y ₂ O ₃ | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | 0.04 | 0.09 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.03 |
| Total | 97.08 | 95.48 | 97.28 | 96.43 | 95.66 | 95.94 | 99.57 | 98.83 | 98.51 | 95.55 | 98.19 | 97.24 | 97.36 | 97.86 | 97.56 | 97.56 |
| Cations O=20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 4.020 | 4.033 | 4.069 | 4.024 | 4.027 | 4.092 | 4.008 | 3.975 | 4.037 | 4.080 | 4.047 | 4.038 | 4.062 | 4.028 | 4.058 | 4.044 |
| Al | 0.005 | 0.037 | 0.000 | 0.014 | 0.017 | 0.013 | 0.018 | 0.017 | 0.024 | 0.018 | 0.018 | 0.015 | 0.023 | 0.021 | 0.022 | 0.032 |
| Ti | 3.862 | 3.797 | 3.800 | 3.790 | 3.754 | 3.682 | 3.838 | 3.841 | 3.773 | 3.639 | 3.807 | 3.794 | 3.758 | 3.819 | 3.687 | 3.725 |
| Fe ³ | 0.102 | 0.139 | 0.142 | 0.161 | 0.194 | 0.214 | 0.135 | 0.148 | 0.174 | 0.186 | 0.138 | 0.129 | 0.154 | 0.137 | 0.262 | 0.234 |
| Mn | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.003 |
| Mg | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.007 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.001 | 0.009 | 0.002 | 0.001 | 0.004 | 0.003 | 0.000 | 0.007 |
| Ca | 4.049 | 4.036 | 4.013 | 4.073 | 4.064 | 4.082 | 4.028 | 4.058 | 4.042 | 4.209 | 4.018 | 4.066 | 4.035 | 4.026 | 4.040 | 4.031 |
| Na | 0.020 | 0.040 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.004 | 0.048 | 0.035 | 0.000 | 0.043 | 0.000 |
| K | 0.000 | 0.001 | 0.004 | 0.004 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.004 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 |
| La | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.003 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | 0.009 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.002 | 0.003 |
| Ce | 0.007 | 0.002 | 0.008 | 0.014 | 0.014 | 0.011 | 0.016 | 0.016 | 0.014 | 0.013 | 0.011 | 0.013 | 0.013 | 0.014 | 0.007 | 0.009 |
| Nd | 0.002 | 0.009 | 0.004 | 0.004 | 0.009 | 0.001 | 0.006 | 0.011 | 0.002 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.005 | 0.006 | 0.002 | 0.002 |
| Y | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.005 | 0.003 | 0.006 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.002 |
| Cations | 12.058 | 12.083 | 12.040 | 12.070 | 12.065 | 12.085 | 12.028 | 12.047 | 12.059 | 12.154 | 12.038 | 12.094 | 12.072 | 12.035 | 12.116 | 12.076 |

Anexo L – Análises de titanita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 20 oxigênios (continuação).

| Amostra | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Ponto | 1 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| SiO ₂ | 29.35 | 28.29 | 28.27 | 28.23 | 27.95 | 28.60 | 30.00 | 28.77 | 28.54 | 28.52 | 28.26 | 28.73 | 28.57 |
| TiO ₂ | 12.08 | 13.59 | 13.48 | 13.38 | 14.05 | 13.05 | 9.84 | 13.46 | 13.17 | 13.18 | 13.02 | 13.29 | 13.29 |
| Al ₂ O ₃ | 0.74 | 1.03 | 1.06 | 0.82 | 0.95 | 1.06 | 0.29 | 1.02 | 0.70 | 0.85 | 1.03 | 1.07 | 0.88 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.00 |
| FeO | 4.78 | 6.05 | 6.15 | 5.89 | 6.80 | 5.96 | 4.41 | 5.95 | 5.83 | 6.07 | 5.84 | 6.36 | 5.62 |
| Fe ₂ O ₃ | 17.80 | 15.98 | 15.97 | 16.36 | 15.33 | 16.48 | 20.44 | 16.24 | 16.82 | 16.53 | 16.46 | 16.30 | 16.46 |
| MnO | 0.27 | 0.25 | 0.29 | 0.30 | 0.27 | 0.27 | 0.25 | 0.22 | 0.21 | 0.32 | 0.22 | 0.26 | 0.28 |
| MgO | 0.95 | 1.06 | 0.94 | 0.96 | 0.88 | 0.97 | 0.60 | 1.04 | 0.92 | 0.84 | 1.04 | 0.98 | 1.04 |
| CaO | 32.37 | 32.68 | 32.44 | 32.28 | 32.08 | 32.61 | 31.98 | 32.68 | 32.44 | 32.29 | 32.51 | 32.59 | 32.76 |
| ZrO ₂ | 0.50 | 0.19 | 0.71 | 1.07 | 0.45 | 0.38 | 0.87 | 0.17 | 0.69 | 0.60 | 0.92 | 0.12 | 0.17 |
| NiO | 0.01 | 0.06 | 0.08 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.04 | 0.08 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.25 | 0.01 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.15 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| Y ₂ O ₃ | 0.05 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.08 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 99.18 | 99.36 | 99.42 | 99.49 | 98.74 | 99.56 | 98.67 | 99.70 | 99.50 | 99.36 | 99.46 | 99.75 | 99.06 |
| cations O=12 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2.524 | 2.418 | 2.426 | 2.435 | 2.410 | 2.442 | 2.603 | 2.448 | 2.453 | 2.451 | 2.428 | 2.439 | 2.443 |
| Ti | 0.783 | 0.882 | 0.875 | 0.870 | 0.918 | 0.844 | 0.642 | 0.869 | 0.855 | 0.856 | 0.846 | 0.858 | 0.863 |
| Al | 0.074 | 0.104 | 0.107 | 0.083 | 0.096 | 0.107 | 0.030 | 0.102 | 0.070 | 0.086 | 0.105 | 0.107 | 0.088 |
| Cr | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.000 |
| Fe ² | 0.344 | 0.437 | 0.443 | 0.426 | 0.494 | 0.429 | 0.320 | 0.427 | 0.420 | 0.438 | 0.421 | 0.456 | 0.406 |
| Fe ³ | 1.153 | 1.036 | 1.036 | 1.063 | 1.001 | 1.066 | 1.333 | 1.047 | 1.091 | 1.073 | 1.068 | 1.051 | 1.068 |
| Mn | 0.020 | 0.019 | 0.021 | 0.022 | 0.020 | 0.019 | 0.018 | 0.016 | 0.016 | 0.024 | 0.016 | 0.019 | 0.021 |
| Mg | 0.121 | 0.137 | 0.121 | 0.123 | 0.114 | 0.124 | 0.077 | 0.132 | 0.118 | 0.108 | 0.134 | 0.126 | 0.134 |
| Ca | 2.988 | 3.020 | 2.999 | 2.988 | 2.987 | 3.006 | 2.972 | 3.003 | 2.999 | 2.988 | 3.007 | 2.995 | 3.030 |
| Zr | 0.020 | 0.010 | 0.030 | 0.040 | 0.020 | 0.020 | 0.040 | 0.010 | 0.030 | 0.030 | 0.040 | 0.010 | 0.010 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ce | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Y | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 8.037 | 8.063 | 8.069 | 8.050 | 8.063 | 8.069 | 8.038 | 8.054 | 8.052 | 8.055 | 8.067 | 8.065 | 8.063 |

Anexo M – Análises de melanita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 12 oxigênios.

| Amostra | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FSALT96 | FVL109D |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 |
| Grão | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| Ponto | 9 | 1a | 3 | 4 | 5 | 6 | 6a | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 1 | |
| SiO ₂ | 28.53 | 28.58 | 29.31 | 29.30 | 28.71 | 28.48 | 28.43 | 28.29 | 28.53 | 28.31 | 28.22 | 29.38 | 28.61 | 27.21 | |
| TiO ₂ | 12.88 | 13.01 | 12.41 | 12.61 | 12.98 | 13.10 | 13.24 | 13.11 | 13.48 | 14.28 | 13.71 | 13.01 | 12.76 | 16.56 | |
| Al ₂ O ₃ | 1.06 | 0.97 | 0.35 | 1.17 | 1.22 | 1.29 | 1.05 | 1.08 | 0.64 | 0.59 | 1.13 | 0.70 | 1.06 | 0.57 | |
| Cr ₂ O ₃ | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | |
| FeO | 5.55 | 6.21 | 5.00 | 5.65 | 5.92 | 6.04 | 6.34 | 5.81 | 5.48 | 5.97 | 5.96 | 5.70 | 5.60 | 7.39 | |
| Fe ₂ O ₃ | 16.52 | 16.76 | 18.12 | 16.91 | 16.38 | 15.96 | 16.14 | 16.24 | 16.55 | 15.88 | 15.59 | 17.24 | 16.76 | 13.43 | |
| MnO | 0.28 | 0.22 | 0.20 | 0.26 | 0.23 | 0.26 | 0.23 | 0.29 | 0.30 | 0.31 | 0.22 | 0.26 | 0.25 | 0.25 | |
| MgO | 1.00 | 1.03 | 0.89 | 0.96 | 0.96 | 1.00 | 0.77 | 0.90 | 0.98 | 0.90 | 1.00 | 0.88 | 1.10 | 0.98 | |
| CaO | 32.37 | 32.61 | 32.38 | 32.65 | 32.76 | 32.40 | 32.47 | 32.58 | 32.41 | 32.40 | 32.53 | 32.54 | 32.66 | 32.01 | |
| ZrO ₂ | 0.91 | 0.30 | 0.84 | 0.18 | 0.13 | 0.34 | 0.16 | 0.80 | 0.85 | 0.91 | 0.63 | 0.41 | 0.35 | 0.79 | |
| NiO | 0.08 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.09 | 0.03 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | |
| La ₂ O ₃ | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | |
| Ce ₂ O ₃ | 0.08 | 0.16 | 0.04 | 0.11 | 0.04 | 0.00 | 0.19 | 0.10 | 0.12 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.01 | |
| Y ₂ O ₃ | 0.05 | 0.00 | 0.12 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.11 | 0.14 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | |
| Total | 99.30 | 99.87 | 99.71 | 99.87 | 99.54 | 98.96 | 99.05 | 99.31 | 99.37 | 99.82 | 99.16 | 100.15 | 99.32 | 99.29 | |
| cations O=12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2.456 | 2.433 | 2.519 | 2.487 | 2.446 | 2.441 | 2.440 | 2.433 | 2.457 | 2.435 | 2.424 | 2.498 | 2.446 | 2.351 | |
| Ti | 0.836 | 0.841 | 0.802 | 0.811 | 0.840 | 0.852 | 0.863 | 0.852 | 0.875 | 0.924 | 0.891 | 0.835 | 0.827 | 1.079 | |
| Al | 0.107 | 0.098 | 0.035 | 0.117 | 0.123 | 0.131 | 0.106 | 0.109 | 0.065 | 0.060 | 0.115 | 0.070 | 0.107 | 0.058 | |
| Cr | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.003 | |
| Fe ² | 0.400 | 0.446 | 0.359 | 0.404 | 0.425 | 0.436 | 0.459 | 0.420 | 0.395 | 0.430 | 0.431 | 0.407 | 0.404 | 0.535 | |
| Fe ³ | 1.071 | 1.083 | 1.170 | 1.087 | 1.059 | 1.037 | 1.051 | 1.055 | 1.073 | 1.027 | 1.012 | 1.106 | 1.086 | 0.875 | |
| Mn | 0.021 | 0.016 | 0.014 | 0.019 | 0.016 | 0.019 | 0.017 | 0.021 | 0.022 | 0.023 | 0.016 | 0.019 | 0.018 | 0.018 | |
| Mg | 0.129 | 0.132 | 0.114 | 0.122 | 0.123 | 0.129 | 0.099 | 0.116 | 0.126 | 0.116 | 0.129 | 0.112 | 0.141 | 0.126 | |
| Ca | 2.992 | 3.003 | 2.979 | 2.990 | 3.018 | 3.000 | 3.012 | 3.017 | 2.996 | 2.987 | 3.011 | 2.975 | 3.017 | 2.971 | |
| Zr | 0.040 | 0.010 | 0.040 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.030 | 0.040 | 0.040 | 0.030 | 0.020 | 0.010 | 0.030 | |
| Ni | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| La | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Ce | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | |
| Y | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Cations | 8.063 | 8.072 | 8.044 | 8.049 | 8.070 | 8.055 | 8.067 | 8.056 | 8.049 | 8.053 | 8.069 | 8.043 | 8.066 | 8.046 | |

Anexo M – Análises de melanita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 12 oxigênios (continuação).

| Amostra | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | FVL109D | 211.5B |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Unidade | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2 | B2a |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7a | 7a | 1 |
| SiO ₂ | 26.17 | 25.57 | 27.37 | 27.39 | 27.48 | 27.37 | 26.98 | 26.12 | 27.20 | 26.76 | 26.25 | 26.83 | 26.83 | 29.12 |
| TiO ₂ | 17.84 | 18.06 | 16.21 | 15.34 | 15.72 | 14.83 | 15.15 | 17.31 | 16.53 | 16.88 | 17.20 | 17.02 | 17.02 | 13.26 |
| Al ₂ O ₃ | 0.65 | 0.60 | 0.49 | 0.74 | 0.70 | 0.74 | 0.79 | 0.72 | 0.85 | 0.72 | 0.65 | 0.67 | 0.67 | 0.33 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 0.05 | 0.09 |
| FeO | 8.09 | 8.50 | 7.32 | 6.90 | 6.91 | 6.36 | 6.57 | 8.17 | 7.28 | 7.77 | 7.93 | 7.58 | 7.58 | 5.00 |
| Fe ₂ O ₃ | 12.10 | 11.89 | 14.24 | 14.32 | 14.18 | 14.63 | 14.27 | 12.34 | 13.19 | 13.05 | 12.63 | 12.91 | 12.91 | 17.20 |
| MnO | 0.31 | 0.27 | 0.30 | 0.25 | 0.28 | 0.27 | 0.28 | 0.24 | 0.27 | 0.21 | 0.10 | 0.27 | 0.27 | 0.34 |
| MgO | 1.07 | 1.07 | 1.05 | 0.95 | 1.04 | 1.10 | 1.09 | 1.05 | 1.14 | 1.17 | 1.18 | 1.08 | 1.08 | 0.82 |
| CaO | 32.10 | 32.32 | 32.36 | 31.92 | 31.99 | 31.60 | 31.94 | 31.92 | 31.94 | 31.73 | 31.60 | 32.37 | 32.37 | 32.25 |
| ZrO ₂ | 1.44 | 1.09 | 0.97 | 1.32 | 1.28 | 1.29 | 1.31 | 0.81 | 1.28 | 1.75 | 1.97 | 0.62 | 0.62 | 1.29 |
| NiO | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.05 | 0.00 | 0.08 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.08 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.17 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.11 | 0.15 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 0.08 | 0.09 | 0.24 | 0.04 | 0.04 | 0.00 |
| Y ₂ O ₃ | 0.07 | 0.07 | 0.00 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.03 | 0.03 | 0.07 |
| Total | 99.95 | 99.69 | 100.33 | 99.23 | 99.67 | 98.30 | 98.38 | 98.94 | 99.78 | 100.38 | 99.75 | 99.42 | 99.42 | 99.84 |
| cations O=12 | | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2.264 | 2.214 | 2.343 | 2.376 | 2.373 | 2.395 | 2.356 | 2.270 | 2.345 | 2.313 | 2.288 | 2.307 | 2.307 | 2.513 |
| Ti | 1.162 | 1.184 | 1.048 | 1.001 | 1.021 | 0.976 | 0.998 | 1.138 | 1.071 | 1.093 | 1.123 | 1.109 | 1.109 | 0.855 |
| Al | 0.066 | 0.061 | 0.049 | 0.076 | 0.071 | 0.076 | 0.081 | 0.074 | 0.086 | 0.073 | 0.067 | 0.067 | 0.067 | 0.033 |
| Cr | 0.002 | 0.003 | 0.000 | 0.003 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.004 | 0.001 | 0.003 | 0.003 | 0.006 |
| Fe ² | 0.586 | 0.620 | 0.526 | 0.501 | 0.499 | 0.465 | 0.481 | 0.597 | 0.525 | 0.559 | 0.576 | 0.549 | 0.549 | 0.358 |
| Fe ³ | 0.788 | 0.779 | 0.920 | 0.934 | 0.920 | 0.962 | 0.939 | 0.811 | 0.855 | 0.845 | 0.824 | 0.841 | 0.841 | 1.109 |
| Mn | 0.022 | 0.020 | 0.022 | 0.018 | 0.021 | 0.020 | 0.021 | 0.018 | 0.020 | 0.015 | 0.007 | 0.020 | 0.020 | 0.025 |
| Mg | 0.137 | 0.139 | 0.134 | 0.123 | 0.133 | 0.143 | 0.142 | 0.137 | 0.147 | 0.150 | 0.153 | 0.139 | 0.139 | 0.105 |
| Ca | 2.978 | 3.018 | 2.980 | 2.967 | 2.958 | 2.960 | 2.995 | 2.990 | 2.950 | 2.928 | 2.940 | 3.003 | 3.003 | 2.963 |
| Zr | 0.060 | 0.050 | 0.040 | 0.060 | 0.050 | 0.050 | 0.060 | 0.030 | 0.050 | 0.070 | 0.080 | 0.030 | 0.030 | 0.050 |
| Ni | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 |
| Ce | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Y | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 8.065 | 8.098 | 8.062 | 8.059 | 8.057 | 8.047 | 8.073 | 8.075 | 8.050 | 8.060 | 8.069 | 8.068 | 8.068 | 8.027 |

Anexo M – Análises de melanita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 12 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a |
| Grão | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Ponto | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 |
| SiO ₂ | 27.91 | 29.27 | 28.50 | 28.96 | 29.81 | 29.33 | 28.67 | 28.18 | 28.34 | 28.11 | 29.47 | 28.39 | 29.39 |
| TiO ₂ | 13.73 | 13.40 | 13.00 | 13.32 | 11.18 | 13.10 | 14.55 | 15.11 | 15.14 | 14.70 | 12.96 | 14.20 | 12.51 |
| Al ₂ O ₃ | 0.35 | 0.32 | 0.40 | 0.33 | 0.31 | 0.40 | 0.31 | 0.40 | 0.80 | 0.72 | 0.42 | 0.30 | 0.31 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.24 | 0.07 |
| FeO | 5.60 | 5.39 | 5.01 | 5.42 | 4.02 | 5.25 | 6.39 | 6.51 | 5.98 | 6.04 | 5.14 | 5.87 | 4.95 |
| Fe ₂ O ₃ | 16.40 | 17.06 | 17.31 | 17.28 | 19.15 | 17.35 | 15.93 | 15.30 | 14.91 | 15.15 | 17.54 | 15.95 | 17.84 |
| MnO | 0.33 | 0.31 | 0.39 | 0.28 | 0.25 | 0.39 | 0.24 | 0.34 | 0.21 | 0.41 | 0.27 | 0.32 | 0.35 |
| MgO | 0.86 | 0.81 | 0.83 | 0.83 | 0.72 | 0.79 | 0.81 | 0.83 | 1.14 | 0.91 | 0.83 | 0.89 | 0.84 |
| CaO | 31.87 | 31.96 | 32.52 | 32.14 | 31.96 | 32.28 | 31.92 | 32.22 | 32.34 | 32.18 | 32.27 | 31.95 | 31.91 |
| ZrO ₂ | 1.79 | 1.01 | 1.19 | 1.63 | 1.89 | 0.75 | 0.55 | 0.82 | 1.37 | 1.19 | 0.99 | 1.02 | 0.85 |
| NiO | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.06 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.05 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.09 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.00 | 0.10 |
| Y ₂ O ₃ | 0.09 | 0.00 | 0.20 | 0.10 | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.00 | 0.14 | 0.15 | 0.02 | 0.05 | 0.06 |
| Total | 99.03 | 99.54 | 99.45 | 100.36 | 99.37 | 99.69 | 99.48 | 99.89 | 100.44 | 99.61 | 100.06 | 98.96 | 99.12 |
| cations O=12 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2.443 | 2.523 | 2.469 | 2.496 | 2.595 | 2.518 | 2.468 | 2.423 | 2.427 | 2.427 | 2.528 | 2.460 | 2.541 |
| Ti | 0.899 | 0.865 | 0.845 | 0.858 | 0.724 | 0.845 | 0.942 | 0.978 | 0.971 | 0.952 | 0.833 | 0.924 | 0.811 |
| Al | 0.036 | 0.032 | 0.041 | 0.033 | 0.032 | 0.041 | 0.032 | 0.041 | 0.081 | 0.073 | 0.042 | 0.031 | 0.032 |
| Cr | 0.001 | 0.003 | 0.000 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.000 | 0.004 | 0.002 | 0.016 | 0.005 |
| Fe ² | 0.407 | 0.387 | 0.362 | 0.388 | 0.289 | 0.377 | 0.460 | 0.468 | 0.426 | 0.435 | 0.367 | 0.425 | 0.357 |
| Fe ³ | 1.073 | 1.101 | 1.125 | 1.111 | 1.239 | 1.118 | 1.031 | 0.989 | 0.956 | 0.981 | 1.127 | 1.037 | 1.157 |
| Mn | 0.024 | 0.023 | 0.028 | 0.020 | 0.018 | 0.028 | 0.018 | 0.024 | 0.015 | 0.030 | 0.020 | 0.023 | 0.026 |
| Mg | 0.111 | 0.103 | 0.107 | 0.106 | 0.093 | 0.101 | 0.104 | 0.106 | 0.145 | 0.117 | 0.106 | 0.114 | 0.108 |
| Ca | 2.972 | 2.939 | 3.013 | 2.946 | 2.947 | 2.965 | 2.945 | 2.970 | 2.955 | 2.970 | 2.955 | 2.961 | 2.948 |
| Zr | 0.080 | 0.040 | 0.050 | 0.070 | 0.080 | 0.030 | 0.020 | 0.030 | 0.060 | 0.050 | 0.040 | 0.040 | 0.040 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ce | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Y | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 8.046 | 8.016 | 8.050 | 8.030 | 8.020 | 8.025 | 8.022 | 8.031 | 8.046 | 8.049 | 8.030 | 8.031 | 8.025 |

Anexo M – Análises de melanita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 12 oxigênios (continuação).

| Amostra | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 211.5B | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Unidade | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2a | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b |
| Grão | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ponto | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| SiO ₂ | 29.16 | 27.80 | 32.11 | 27.94 | 28.15 | 28.33 | 28.58 | 31.26 | 33.37 | 33.32 | 29.86 | 29.90 | 30.00 |
| TiO ₂ | 13.13 | 16.07 | 9.35 | 15.61 | 15.40 | 15.73 | 14.51 | 8.82 | 4.50 | 5.64 | 10.80 | 10.83 | 11.07 |
| Al ₂ O ₃ | 0.36 | 0.41 | 0.28 | 0.57 | 0.69 | 0.38 | 0.34 | 0.29 | 0.29 | 0.19 | 0.38 | 0.34 | 0.35 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.16 | 0.22 | 0.13 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.09 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| FeO | 5.20 | 6.94 | 3.08 | 6.66 | 6.09 | 6.66 | 6.42 | 3.56 | 1.46 | 1.79 | 4.62 | 4.81 | 4.54 |
| Fe ₂ O ₃ | 17.29 | 14.00 | 21.70 | 14.59 | 14.56 | 14.74 | 16.07 | 21.68 | 26.18 | 25.43 | 19.56 | 19.59 | 19.57 |
| MnO | 0.27 | 0.26 | 0.24 | 0.30 | 0.30 | 0.33 | 0.35 | 0.25 | 0.26 | 0.31 | 0.41 | 0.29 | 0.36 |
| MgO | 0.94 | 0.89 | 0.74 | 1.08 | 1.02 | 0.92 | 0.87 | 0.50 | 0.30 | 0.29 | 0.71 | 0.62 | 0.68 |
| CaO | 32.19 | 31.66 | 32.60 | 32.18 | 32.19 | 32.04 | 32.01 | 31.98 | 32.36 | 32.66 | 31.92 | 32.00 | 32.48 |
| ZrO ₂ | 1.08 | 1.52 | 0.70 | 0.73 | 1.03 | 0.58 | 1.09 | 0.91 | 0.71 | 0.37 | 1.02 | 0.84 | 0.83 |
| NiO | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.16 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.09 | 0.04 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.03 | 0.05 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.01 | 0.12 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 |
| Y ₂ O ₃ | 0.10 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.06 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.06 | 0.00 | 0.04 |
| Total | 99.96 | 99.64 | 100.97 | 99.74 | 99.49 | 99.82 | 100.35 | 99.45 | 99.43 | 100.24 | 99.34 | 99.41 | 99.96 |
| cations O=12 | | | | | | | | | | | | | |
| Si | 2.507 | 2.408 | 2.713 | 2.397 | 2.425 | 2.430 | 2.451 | 2.695 | 2.860 | 2.833 | 2.580 | 2.581 | 2.571 |
| Ti | 0.846 | 1.041 | 0.590 | 1.010 | 0.996 | 1.015 | 0.934 | 0.569 | 0.288 | 0.359 | 0.700 | 0.702 | 0.713 |
| Al | 0.036 | 0.042 | 0.028 | 0.057 | 0.070 | 0.039 | 0.034 | 0.030 | 0.029 | 0.019 | 0.039 | 0.034 | 0.035 |
| Cr | 0.011 | 0.015 | 0.009 | 0.002 | 0.000 | 0.003 | 0.006 | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.372 | 0.500 | 0.216 | 0.479 | 0.438 | 0.478 | 0.459 | 0.255 | 0.104 | 0.127 | 0.333 | 0.347 | 0.325 |
| Fe ³ | 1.113 | 0.906 | 1.368 | 0.943 | 0.941 | 0.950 | 1.034 | 1.396 | 1.677 | 1.617 | 1.267 | 1.269 | 1.260 |
| Mn | 0.019 | 0.019 | 0.017 | 0.022 | 0.022 | 0.024 | 0.025 | 0.018 | 0.018 | 0.022 | 0.030 | 0.021 | 0.026 |
| Mg | 0.120 | 0.114 | 0.093 | 0.139 | 0.131 | 0.117 | 0.110 | 0.064 | 0.038 | 0.036 | 0.091 | 0.080 | 0.086 |
| Ca | 2.953 | 2.921 | 2.930 | 2.965 | 2.967 | 2.945 | 2.935 | 2.937 | 2.955 | 2.960 | 2.948 | 2.956 | 2.980 |
| Zr | 0.050 | 0.060 | 0.030 | 0.030 | 0.040 | 0.020 | 0.050 | 0.040 | 0.030 | 0.020 | 0.040 | 0.040 | 0.030 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ce | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Y | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 8.037 | 8.026 | 7.994 | 8.044 | 8.030 | 8.021 | 8.038 | 8.007 | 7.999 | 8.003 | 8.028 | 8.030 | 8.026 |

Anexo M – Análises de melanita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 12 oxigênios (continuação).

| Amostra | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 | 413.6 |
|--------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Unidade | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b | B2b |
| Grão | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| Ponto | 5 | 5a | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 |
| SiO ₂ | 29.98 | 30.37 | 29.87 | 30.80 | 31.06 | 30.75 | 30.50 | 31.58 | 30.51 | 31.40 | 31.55 |
| TiO ₂ | 9.34 | 10.09 | 11.76 | 10.42 | 9.66 | 10.06 | 10.30 | 8.25 | 9.58 | 9.00 | 8.38 |
| Al ₂ O ₃ | 0.25 | 0.33 | 0.27 | 0.36 | 0.41 | 0.44 | 0.44 | 0.30 | 0.38 | 0.28 | 0.28 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.06 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| FeO | 3.04 | 4.13 | 4.95 | 3.57 | 4.13 | 3.99 | 4.21 | 3.12 | 3.77 | 3.43 | 3.03 |
| Fe ₂ O ₃ | 20.96 | 20.40 | 19.09 | 20.26 | 21.05 | 20.42 | 19.95 | 22.31 | 20.82 | 21.82 | 22.10 |
| MnO | 0.36 | 0.33 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.30 | 0.31 | 0.29 | 0.34 | 0.34 | 0.26 |
| MgO | 0.88 | 0.90 | 0.76 | 0.73 | 0.61 | 0.71 | 0.76 | 0.48 | 0.70 | 0.55 | 0.51 |
| CaO | 32.44 | 31.73 | 32.26 | 32.57 | 32.33 | 32.15 | 31.63 | 32.26 | 31.89 | 32.04 | 31.71 |
| ZrO ₂ | 0.89 | 0.94 | 0.99 | 0.99 | 0.81 | 0.96 | 0.85 | 0.85 | 1.36 | 1.66 | 1.29 |
| NiO | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| La ₂ O ₃ | 0.09 | 0.12 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.06 | 0.00 | 0.11 | 0.03 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.22 |
| Y ₂ O ₃ | 0.00 | 0.04 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.09 | 0.05 | 0.14 | 0.01 | 0.00 |
| Total | 98.32 | 99.39 | 100.57 | 100.20 | 100.49 | 99.97 | 99.09 | 99.52 | 99.56 | 100.61 | 99.36 |
| cations O=12 | | | | | | | | | | | |
| Si | 2.606 | 2.619 | 2.554 | 2.631 | 2.644 | 2.637 | 2.636 | 2.714 | 2.640 | 2.695 | 2.735 |
| Ti | 0.611 | 0.652 | 0.754 | 0.666 | 0.617 | 0.645 | 0.666 | 0.530 | 0.619 | 0.574 | 0.540 |
| Al | 0.026 | 0.034 | 0.027 | 0.036 | 0.041 | 0.044 | 0.044 | 0.030 | 0.038 | 0.028 | 0.028 |
| Cr | 0.004 | 0.000 | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Fe ² | 0.221 | 0.297 | 0.353 | 0.254 | 0.293 | 0.285 | 0.303 | 0.223 | 0.271 | 0.244 | 0.217 |
| Fe ³ | 1.369 | 1.318 | 1.223 | 1.294 | 1.344 | 1.310 | 1.290 | 1.434 | 1.344 | 1.391 | 1.424 |
| Mn | 0.026 | 0.024 | 0.030 | 0.029 | 0.029 | 0.021 | 0.023 | 0.021 | 0.025 | 0.024 | 0.019 |
| Mg | 0.113 | 0.116 | 0.096 | 0.092 | 0.077 | 0.090 | 0.097 | 0.061 | 0.090 | 0.070 | 0.066 |
| Ca | 3.021 | 2.922 | 2.946 | 2.966 | 2.941 | 2.939 | 2.915 | 2.955 | 2.934 | 2.912 | 2.911 |
| Zr | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.030 | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.060 | 0.070 | 0.050 |
| Ni | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| La | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ce | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 |
| Y | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 0.000 | 0.000 |
| Cations | 8.037 | 8.022 | 8.024 | 8.011 | 8.017 | 8.023 | 8.014 | 8.012 | 8.031 | 8.008 | 8.000 |

Anexo M – Análises de melanita de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas para 12 oxigênios (continuação).

| Amostra | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 20B94 | 5A36A1 | 5A36A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c1 | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a |
| Grão, ponto | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 2,1 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 |
| Nb ₂ O ₅ | 53.89 | 53.84 | 54.17 | 54.03 | 54.95 | 52.54 | 45.95 | 45.19 | 45.88 | 45.55 | 45.30 | 46.77 | 45.16 | 47.40 |
| Ta ₂ O ₅ | 0.75 | 0.69 | 0.80 | 1.16 | 0.15 | 0.17 | 1.64 | 2.00 | 1.64 | 1.64 | 1.14 | 1.59 | 1.78 | 1.74 |
| TiO ₂ | 0.40 | 0.37 | 0.53 | 2.00 | 4.07 | 4.12 | 11.26 | 11.21 | 10.86 | 11.65 | 11.45 | 10.53 | 10.10 | 10.24 |
| ZrO ₂ | 2.70 | 2.81 | 2.16 | 1.36 | 0.32 | 0.43 | 1.53 | 1.24 | 1.34 | 1.06 | 1.48 | 1.46 | 1.26 | 0.78 |
| UO ₂ | 0.95 | 1.15 | 0.55 | 0.68 | 0.24 | 0.12 | 1.66 | 1.88 | 1.47 | 1.86 | 1.66 | 1.49 | 1.97 | 1.85 |
| ThO ₂ | 5.91 | 5.48 | 5.42 | 7.06 | 1.37 | 1.25 | 10.56 | 9.84 | 10.77 | 10.34 | 9.89 | 9.92 | 10.05 | 10.27 |
| La ₂ O ₃ | 0.61 | 0.75 | 0.41 | 0.58 | 0.61 | 0.60 | 0.79 | 0.51 | 0.58 | 0.47 | 0.53 | 0.66 | 0.44 | 0.54 |
| Ce ₂ O ₃ | 4.20 | 4.74 | 3.79 | 1.86 | 3.85 | 3.23 | 5.19 | 5.12 | 4.85 | 5.47 | 5.31 | 5.04 | 4.65 | 4.51 |
| Sm ₂ O ₃ | 0.12 | 0.04 | 0.28 | 0.37 | 0.00 | 0.20 | 0.01 | 0.34 | 0.29 | 0.63 | 0.32 | 0.40 | 0.20 | 0.08 |
| FeO | 1.54 | 1.52 | 1.25 | 1.13 | 0.44 | 0.42 | 1.00 | 1.10 | 1.00 | 1.01 | 1.07 | 1.07 | 1.22 | 0.88 |
| MnO | 0.07 | 0.06 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.33 | 0.21 | 0.17 | 0.26 | 0.17 |
| CaO | 8.91 | 9.50 | 9.91 | 10.15 | 12.58 | 12.71 | 14.66 | 15.28 | 14.87 | 15.31 | 15.39 | 13.80 | 14.68 | 15.22 |
| BaO | 0.04 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SrO | 0.53 | 0.46 | 0.63 | 0.45 | 0.60 | 0.24 | 0.09 | 0.00 | 0.17 | 0.35 | 0.27 | 0.27 | 0.13 | 0.24 |
| Na ₂ O | 5.58 | 4.90 | 5.97 | 5.45 | 4.92 | 4.81 | 2.84 | 2.57 | 2.61 | 2.77 | 2.66 | 3.46 | 2.75 | 3.22 |
| Total | 86.18 | 86.29 | 85.93 | 86.32 | 84.10 | 80.93 | 97.40 | 96.52 | 96.57 | 98.43 | 96.67 | 96.61 | 94.64 | 97.14 |
| Cations Sítio B=2 | | | | | | | | | | | | | | |
| Nb | 1.861 | 1.860 | 1.873 | 1.816 | 1.768 | 1.753 | 1.365 | 1.362 | 1.382 | 1.358 | 1.360 | 1.400 | 1.402 | 1.429 |
| Ta | 0.016 | 0.014 | 0.017 | 0.023 | 0.003 | 0.003 | 0.029 | 0.036 | 0.030 | 0.029 | 0.021 | 0.029 | 0.033 | 0.032 |
| Ti | 0.023 | 0.021 | 0.030 | 0.112 | 0.218 | 0.228 | 0.557 | 0.562 | 0.544 | 0.578 | 0.572 | 0.524 | 0.522 | 0.514 |
| Zr | 0.101 | 0.105 | 0.080 | 0.049 | 0.011 | 0.016 | 0.049 | 0.040 | 0.044 | 0.034 | 0.048 | 0.047 | 0.042 | 0.025 |
| U | 0.016 | 0.020 | 0.009 | 0.011 | 0.004 | 0.002 | 0.024 | 0.028 | 0.022 | 0.027 | 0.025 | 0.022 | 0.030 | 0.027 |
| Th | 0.103 | 0.095 | 0.094 | 0.119 | 0.022 | 0.021 | 0.158 | 0.149 | 0.163 | 0.155 | 0.149 | 0.149 | 0.157 | 0.156 |
| La | 0.017 | 0.021 | 0.012 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.019 | 0.013 | 0.014 | 0.012 | 0.013 | 0.016 | 0.011 | 0.013 |
| Ce | 0.117 | 0.133 | 0.106 | 0.051 | 0.100 | 0.087 | 0.125 | 0.125 | 0.118 | 0.132 | 0.129 | 0.122 | 0.117 | 0.110 |
| Sm | 0.003 | 0.001 | 0.007 | 0.010 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.008 | 0.007 | 0.014 | 0.007 | 0.009 | 0.005 | 0.002 |
| Fe ² | 0.098 | 0.097 | 0.080 | 0.070 | 0.026 | 0.026 | 0.055 | 0.061 | 0.056 | 0.055 | 0.059 | 0.059 | 0.070 | 0.049 |
| Mn | 0.004 | 0.004 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.005 | 0.013 | 0.013 | 0.014 | 0.018 | 0.012 | 0.009 | 0.015 | 0.009 |
| Ca | 0.729 | 0.778 | 0.812 | 0.808 | 0.959 | 1.005 | 1.033 | 1.091 | 1.062 | 1.082 | 1.095 | 0.979 | 1.080 | 1.088 |
| Ba | 0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Sr | 0.023 | 0.020 | 0.028 | 0.019 | 0.025 | 0.010 | 0.003 | 0.000 | 0.007 | 0.013 | 0.011 | 0.010 | 0.005 | 0.009 |
| Na | 0.826 | 0.726 | 0.885 | 0.786 | 0.679 | 0.688 | 0.362 | 0.333 | 0.337 | 0.354 | 0.343 | 0.444 | 0.366 | 0.417 |
| Cations A | 1.923 | 1.875 | 2.026 | 1.882 | 1.827 | 1.864 | 1.768 | 1.793 | 1.777 | 1.836 | 1.818 | 1.799 | 1.826 | 1.854 |

Anexo N – Análises de pirocloro de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas considerando sítio B=2 cátions.

| Amostra | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A1 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 | 277.2A2 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidade | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a | c3a |
| Grão, ponto | 1,9 | 1,10 | 1,11 | 1,12 | 1,13 | 1,14 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 |
| Nb ₂ O ₅ | 46.20 | 46.96 | 45.51 | 46.52 | 46.53 | 46.01 | 46.01 | 45.06 | 45.97 | 46.44 | 45.25 | 46.35 | 45.59 | 46.94 | 48.38 |
| Ta ₂ O ₅ | 1.77 | 1.83 | 1.56 | 1.61 | 1.83 | 1.19 | 1.66 | 1.73 | 1.82 | 1.66 | 1.29 | 1.69 | 1.41 | 1.98 | 1.32 |
| TiO ₂ | 11.08 | 11.17 | 11.10 | 10.78 | 10.06 | 10.01 | 10.79 | 11.40 | 11.23 | 10.45 | 10.42 | 10.84 | 11.79 | 10.28 | 10.06 |
| ZrO ₂ | 1.03 | 1.03 | 1.27 | 1.23 | 1.44 | 1.60 | 1.40 | 1.22 | 1.39 | 1.15 | 1.54 | 1.20 | 1.51 | 1.30 | 1.31 |
| UO ₂ | 1.55 | 1.67 | 1.61 | 1.79 | 2.15 | 1.48 | 1.75 | 1.74 | 1.75 | 1.84 | 1.61 | 1.79 | 1.69 | 1.83 | 1.42 |
| ThO ₂ | 9.88 | 10.43 | 10.91 | 11.42 | 10.72 | 11.38 | 9.95 | 10.50 | 9.94 | 10.74 | 11.00 | 10.23 | 10.23 | 10.29 | 10.78 |
| La ₂ O ₃ | 0.42 | 0.28 | 0.48 | 0.32 | 0.41 | 0.40 | 0.85 | 0.66 | 0.65 | 0.35 | 0.55 | 0.46 | 0.49 | 0.51 | 0.61 |
| Ce ₂ O ₃ | 5.00 | 5.11 | 5.04 | 4.66 | 4.27 | 4.85 | 4.70 | 4.61 | 5.14 | 4.76 | 4.39 | 4.99 | 4.30 | 4.54 | 4.22 |
| Sm ₂ O ₃ | 0.18 | 0.00 | 0.15 | 0.32 | 0.79 | 0.39 | 0.51 | 0.08 | 0.00 | 0.37 | 0.39 | 0.36 | 0.31 | 0.29 | 0.06 |
| FeO | 0.93 | 1.03 | 1.18 | 1.15 | 1.32 | 1.68 | 1.11 | 1.00 | 0.88 | 1.17 | 1.22 | 1.06 | 0.93 | 1.07 | 1.07 |
| MnO | 0.17 | 0.23 | 0.19 | 0.17 | 0.17 | 0.22 | 0.19 | 0.22 | 0.21 | 0.21 | 0.19 | 0.17 | 0.26 | 0.21 | 0.24 |
| CaO | 15.54 | 15.18 | 15.47 | 15.13 | 14.64 | 14.37 | 14.73 | 14.63 | 14.88 | 14.61 | 14.79 | 14.94 | 14.99 | 14.90 | 15.19 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SrO | 0.13 | 0.08 | 0.26 | 0.21 | 0.30 | 0.14 | 0.21 | 0.24 | 0.11 | 0.17 | 0.10 | 0.06 | 0.15 | 0.31 | 0.15 |
| Na ₂ O | 2.70 | 2.57 | 2.82 | 2.80 | 3.12 | 3.66 | 2.78 | 2.98 | 3.29 | 2.75 | 2.94 | 2.69 | 3.14 | 2.85 | 3.17 |
| Total | 96.56 | 97.57 | 97.54 | 98.09 | 97.76 | 97.37 | 96.62 | 96.06 | 97.24 | 96.66 | 95.68 | 96.82 | 96.78 | 97.32 | 97.98 |
| Cations Sítio B=2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nb | 1.383 | 1.386 | 1.373 | 1.394 | 1.412 | 1.413 | 1.384 | 1.358 | 1.367 | 1.406 | 1.392 | 1.390 | 1.347 | 1.409 | 1.437 |
| Ta | 0.032 | 0.032 | 0.028 | 0.029 | 0.033 | 0.022 | 0.030 | 0.031 | 0.032 | 0.030 | 0.024 | 0.030 | 0.025 | 0.036 | 0.024 |
| Ti | 0.552 | 0.549 | 0.557 | 0.537 | 0.508 | 0.512 | 0.540 | 0.571 | 0.556 | 0.526 | 0.533 | 0.541 | 0.579 | 0.513 | 0.497 |
| Zr | 0.033 | 0.033 | 0.041 | 0.040 | 0.047 | 0.053 | 0.046 | 0.040 | 0.045 | 0.038 | 0.051 | 0.039 | 0.048 | 0.042 | 0.042 |
| U | 0.023 | 0.024 | 0.024 | 0.026 | 0.032 | 0.022 | 0.026 | 0.026 | 0.026 | 0.027 | 0.024 | 0.026 | 0.025 | 0.027 | 0.021 |
| Th | 0.149 | 0.155 | 0.166 | 0.172 | 0.164 | 0.176 | 0.151 | 0.159 | 0.149 | 0.164 | 0.170 | 0.154 | 0.152 | 0.156 | 0.161 |
| La | 0.010 | 0.007 | 0.012 | 0.008 | 0.010 | 0.010 | 0.021 | 0.016 | 0.016 | 0.009 | 0.014 | 0.011 | 0.012 | 0.012 | 0.015 |
| Ce | 0.121 | 0.122 | 0.123 | 0.113 | 0.105 | 0.121 | 0.114 | 0.112 | 0.124 | 0.117 | 0.109 | 0.121 | 0.103 | 0.110 | 0.102 |
| Sm | 0.004 | 0.000 | 0.003 | 0.007 | 0.018 | 0.009 | 0.012 | 0.002 | 0.000 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.001 |
| Fe ² | 0.052 | 0.056 | 0.066 | 0.064 | 0.074 | 0.095 | 0.062 | 0.056 | 0.048 | 0.065 | 0.069 | 0.059 | 0.051 | 0.059 | 0.059 |
| Mn | 0.009 | 0.013 | 0.011 | 0.010 | 0.009 | 0.013 | 0.010 | 0.013 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.009 | 0.015 | 0.012 | 0.013 |
| Ca | 1.102 | 1.062 | 1.106 | 1.074 | 1.052 | 1.046 | 1.050 | 1.044 | 1.049 | 1.048 | 1.078 | 1.062 | 1.050 | 1.060 | 1.070 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Sr | 0.005 | 0.003 | 0.010 | 0.008 | 0.011 | 0.006 | 0.008 | 0.009 | 0.004 | 0.007 | 0.004 | 0.002 | 0.006 | 0.012 | 0.006 |
| Na | 0.346 | 0.326 | 0.365 | 0.360 | 0.406 | 0.482 | 0.358 | 0.385 | 0.419 | 0.357 | 0.388 | 0.346 | 0.398 | 0.367 | 0.404 |
| Cations A | 1.799 | 1.744 | 1.861 | 1.816 | 1.850 | 1.958 | 1.787 | 1.796 | 1.820 | 1.787 | 1.854 | 1.773 | 1.793 | 1.795 | 1.831 |

Anexo N – Análises de pirocloro de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas considerando sítio B=2 cátions (continuação).

| Amostra | 277.2A2 | 277.2A2 | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B | 37B65B |
|--------------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | c3a | c3a | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão, ponto | 2,10 | 4,1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 4,1 | 4,2 |
| Nb ₂ O ₅ | 45.30 | 45.48 | 37.10 | 36.02 | 37.87 | 36.92 | 39.24 | 36.09 | 35.55 | 36.10 | 39.68 | 39.77 | 37.77 | 36.07 | 38.81 |
| Ta ₂ O ₅ | 1.41 | 1.53 | 5.56 | 5.42 | 5.41 | 9.48 | 5.71 | 6.95 | 8.39 | 5.37 | 5.96 | 6.10 | 5.31 | 7.71 | 7.51 |
| TiO ₂ | 11.19 | 9.76 | 4.97 | 5.66 | 4.81 | 3.84 | 4.35 | 4.54 | 4.23 | 4.81 | 4.41 | 4.47 | 5.05 | 4.40 | 4.17 |
| ZrO ₂ | 1.48 | 1.35 | 7.07 | 7.70 | 6.79 | 8.35 | 6.92 | 7.17 | 7.43 | 7.81 | 6.07 | 6.44 | 6.40 | 7.11 | 6.33 |
| UO ₂ | 1.68 | 1.49 | 5.37 | 5.28 | 5.04 | 7.80 | 6.11 | 5.70 | 6.33 | 5.28 | 5.47 | 6.03 | 5.42 | 6.13 | 6.11 |
| ThO ₂ | 10.35 | 10.65 | 16.06 | 16.76 | 16.23 | 15.27 | 15.43 | 16.66 | 16.42 | 16.77 | 15.68 | 15.78 | 17.03 | 15.70 | 14.96 |
| La ₂ O ₃ | 0.61 | 0.34 | 0.35 | 0.61 | 0.72 | 0.48 | 0.27 | 0.50 | 0.57 | 0.69 | 0.42 | 0.30 | 0.50 | 0.31 | 0.46 |
| Ce ₂ O ₃ | 5.46 | 4.60 | 3.54 | 4.15 | 3.90 | 2.29 | 2.71 | 3.19 | 2.63 | 3.87 | 3.68 | 2.89 | 4.03 | 3.16 | 2.93 |
| Sm ₂ O ₃ | 0.20 | 0.37 | 0.10 | 0.27 | 0.39 | 0.11 | 0.36 | 0.00 | 0.30 | 0.22 | 0.18 | 0.32 | 0.46 | 0.15 | 0.46 |
| FeO | 1.00 | 1.29 | 3.16 | 2.74 | 3.13 | 2.34 | 2.62 | 3.30 | 2.77 | 3.21 | 2.76 | 2.58 | 2.25 | 3.21 | 3.00 |
| MnO | 0.14 | 0.24 | 0.34 | 0.30 | 0.33 | 0.13 | 0.28 | 0.34 | 0.25 | 0.32 | 0.21 | 0.24 | 0.28 | 0.28 | 0.23 |
| CaO | 14.71 | 13.64 | 12.52 | 11.45 | 11.78 | 12.79 | 12.43 | 12.33 | 11.90 | 11.72 | 11.50 | 11.75 | 10.50 | 12.33 | 12.33 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SrO | 0.16 | 0.22 | 0.26 | 0.08 | 0.09 | 0.14 | 0.19 | 0.07 | 0.07 | 0.02 | 0.21 | 0.12 | 0.28 | 0.18 | 0.30 |
| Na ₂ O | 3.07 | 2.37 | 1.88 | 2.15 | 2.53 | 1.76 | 2.45 | 1.75 | 2.53 | 2.72 | 3.01 | 3.04 | 3.07 | 1.89 | 2.84 |
| Total | 96.75 | 93.33 | 98.27 | 98.58 | 99.01 | 101.70 | 99.04 | 98.56 | 99.36 | 98.91 | 99.26 | 99.83 | 98.35 | 98.61 | 100.44 |
| Cations Sítio B=2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nb | 1.365 | 1.419 | 1.317 | 1.264 | 1.342 | 1.273 | 1.368 | 1.299 | 1.278 | 1.295 | 1.389 | 1.376 | 1.342 | 1.295 | 1.359 |
| Ta | 0.026 | 0.029 | 0.119 | 0.114 | 0.115 | 0.197 | 0.120 | 0.150 | 0.181 | 0.116 | 0.126 | 0.127 | 0.114 | 0.167 | 0.158 |
| Ti | 0.561 | 0.506 | 0.293 | 0.331 | 0.284 | 0.220 | 0.252 | 0.272 | 0.253 | 0.287 | 0.257 | 0.257 | 0.299 | 0.263 | 0.243 |
| Zr | 0.048 | 0.045 | 0.271 | 0.291 | 0.260 | 0.310 | 0.260 | 0.278 | 0.288 | 0.302 | 0.229 | 0.240 | 0.246 | 0.275 | 0.239 |
| U | 0.025 | 0.023 | 0.094 | 0.091 | 0.088 | 0.132 | 0.105 | 0.101 | 0.112 | 0.093 | 0.094 | 0.103 | 0.095 | 0.108 | 0.105 |
| Th | 0.157 | 0.167 | 0.287 | 0.296 | 0.289 | 0.265 | 0.271 | 0.302 | 0.297 | 0.303 | 0.276 | 0.275 | 0.305 | 0.284 | 0.264 |
| La | 0.015 | 0.009 | 0.010 | 0.018 | 0.021 | 0.014 | 0.008 | 0.015 | 0.017 | 0.020 | 0.012 | 0.008 | 0.014 | 0.009 | 0.013 |
| Ce | 0.133 | 0.116 | 0.102 | 0.118 | 0.112 | 0.064 | 0.076 | 0.093 | 0.077 | 0.113 | 0.104 | 0.081 | 0.116 | 0.092 | 0.083 |
| Sm | 0.005 | 0.009 | 0.003 | 0.007 | 0.010 | 0.003 | 0.010 | 0.000 | 0.008 | 0.006 | 0.005 | 0.008 | 0.012 | 0.004 | 0.012 |
| Fe ² | 0.056 | 0.074 | 0.208 | 0.178 | 0.205 | 0.149 | 0.169 | 0.220 | 0.184 | 0.213 | 0.179 | 0.165 | 0.148 | 0.213 | 0.194 |
| Mn | 0.008 | 0.014 | 0.022 | 0.019 | 0.022 | 0.008 | 0.018 | 0.023 | 0.017 | 0.022 | 0.014 | 0.016 | 0.018 | 0.019 | 0.015 |
| Ca | 1.051 | 1.009 | 1.053 | 0.952 | 0.989 | 1.045 | 1.026 | 1.052 | 1.013 | 0.997 | 0.953 | 0.963 | 0.885 | 1.050 | 1.023 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Sr | 0.006 | 0.009 | 0.012 | 0.003 | 0.004 | 0.006 | 0.008 | 0.003 | 0.003 | 0.001 | 0.009 | 0.005 | 0.013 | 0.008 | 0.014 |
| Na | 0.397 | 0.317 | 0.287 | 0.324 | 0.384 | 0.261 | 0.366 | 0.270 | 0.389 | 0.419 | 0.452 | 0.450 | 0.468 | 0.290 | 0.426 |
| Cations A | 1.827 | 1.725 | 1.984 | 1.915 | 2.036 | 1.815 | 1.952 | 1.977 | 2.005 | 2.093 | 2.005 | 1.972 | 1.980 | 1.969 | 2.045 |

Anexo N – Análises de pirocloro de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas considerando sítio B=2 cátions (continuação).

| Amostra | 37B65B | 37B65B | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A | 37B65A |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Unidade | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 | p2 |
| Grão, ponto | 5,2 | 5,3 | 2,1 | 3,1 | 3,2 | 4,2 | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 5,4 | 5,5 | 5,7 |
| Nb ₂ O ₅ | 36.00 | 37.27 | 39.12 | 39.80 | 37.85 | 40.14 | 33.97 | 33.83 | 38.97 | 33.81 | 35.64 | 34.70 |
| Ta ₂ O ₅ | 8.09 | 5.81 | 4.91 | 5.89 | 5.03 | 6.14 | 4.86 | 6.89 | 6.31 | 7.41 | 6.39 | 4.65 |
| TiO ₂ | 3.96 | 4.86 | 3.59 | 3.52 | 4.08 | 3.33 | 4.94 | 5.36 | 3.75 | 5.29 | 4.75 | 5.49 |
| ZrO ₂ | 7.41 | 7.18 | 7.01 | 6.92 | 6.83 | 7.48 | 7.25 | 6.64 | 8.11 | 7.08 | 6.98 | 7.25 |
| UO ₂ | 6.24 | 5.52 | 4.95 | 7.11 | 4.87 | 7.00 | 4.65 | 5.39 | 7.71 | 5.97 | 5.55 | 5.24 |
| ThO ₂ | 15.78 | 16.42 | 16.11 | 14.27 | 16.08 | 14.33 | 17.04 | 16.18 | 13.79 | 16.23 | 15.78 | 16.20 |
| La ₂ O ₃ | 0.22 | 0.42 | 0.65 | 0.50 | 0.73 | 0.73 | 0.54 | 0.65 | 0.52 | 0.69 | 0.31 | 0.47 |
| Ce ₂ O ₃ | 2.67 | 3.01 | 3.84 | 2.95 | 4.28 | 2.71 | 4.77 | 5.22 | 2.39 | 3.81 | 4.14 | 3.75 |
| Sm ₂ O ₃ | 0.02 | 0.14 | 0.00 | 0.07 | 0.38 | 0.19 | 0.00 | 0.72 | 0.33 | 0.16 | 0.52 | 0.19 |
| FeO | 3.14 | 2.62 | 2.70 | 2.42 | 3.08 | 2.60 | 3.23 | 2.58 | 2.48 | 2.93 | 2.91 | 3.25 |
| MnO | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.12 | 0.25 | 0.21 | 0.36 | 0.36 | 0.17 | 0.38 | 0.30 | 0.28 |
| CaO | 12.26 | 12.13 | 10.55 | 10.99 | 10.94 | 11.63 | 11.16 | 10.60 | 11.15 | 11.33 | 10.86 | 11.61 |
| BaO | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SrO | 0.00 | 0.27 | 0.15 | 0.21 | 0.23 | 0.24 | 0.10 | 0.17 | 0.33 | 0.11 | 0.21 | 0.14 |
| Na ₂ O | 2.03 | 1.89 | 2.74 | 2.79 | 2.86 | 2.91 | 2.29 | 2.49 | 3.30 | 2.23 | 2.47 | 2.45 |
| Total | 98.04 | 97.77 | 96.56 | 97.54 | 97.48 | 99.63 | 95.15 | 97.07 | 99.33 | 97.43 | 96.79 | 95.68 |
| Cations Sítio B=2 | | | | | | | | | | | | |
| Nb | 1.299 | 1.317 | 1.407 | 1.405 | 1.376 | 1.397 | 1.284 | 1.252 | 1.349 | 1.236 | 1.298 | 1.275 |
| Ta | 0.175 | 0.123 | 0.106 | 0.125 | 0.110 | 0.129 | 0.110 | 0.153 | 0.132 | 0.163 | 0.140 | 0.103 |
| Ti | 0.237 | 0.286 | 0.215 | 0.207 | 0.246 | 0.193 | 0.310 | 0.330 | 0.216 | 0.322 | 0.288 | 0.335 |
| Zr | 0.288 | 0.274 | 0.272 | 0.263 | 0.268 | 0.281 | 0.295 | 0.265 | 0.303 | 0.279 | 0.274 | 0.287 |
| U | 0.111 | 0.096 | 0.088 | 0.124 | 0.087 | 0.120 | 0.086 | 0.098 | 0.131 | 0.107 | 0.099 | 0.095 |
| Th | 0.287 | 0.292 | 0.292 | 0.254 | 0.294 | 0.251 | 0.324 | 0.301 | 0.240 | 0.299 | 0.289 | 0.300 |
| La | 0.007 | 0.012 | 0.019 | 0.014 | 0.022 | 0.021 | 0.017 | 0.020 | 0.015 | 0.020 | 0.009 | 0.014 |
| Ce | 0.078 | 0.086 | 0.112 | 0.084 | 0.126 | 0.076 | 0.146 | 0.156 | 0.067 | 0.113 | 0.122 | 0.112 |
| Sm | 0.001 | 0.004 | 0.000 | 0.002 | 0.010 | 0.005 | 0.000 | 0.020 | 0.009 | 0.005 | 0.014 | 0.005 |
| Fe ² | 0.209 | 0.171 | 0.180 | 0.158 | 0.207 | 0.167 | 0.226 | 0.176 | 0.159 | 0.198 | 0.196 | 0.221 |
| Mn | 0.015 | 0.016 | 0.017 | 0.008 | 0.017 | 0.014 | 0.026 | 0.025 | 0.011 | 0.026 | 0.020 | 0.019 |
| Ca | 1.048 | 1.016 | 0.899 | 0.919 | 0.943 | 0.959 | 1.000 | 0.930 | 0.915 | 0.982 | 0.938 | 1.011 |
| Ba | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Sr | 0.000 | 0.012 | 0.007 | 0.009 | 0.011 | 0.010 | 0.005 | 0.008 | 0.015 | 0.005 | 0.010 | 0.007 |
| Na | 0.313 | 0.286 | 0.423 | 0.423 | 0.446 | 0.435 | 0.372 | 0.395 | 0.491 | 0.350 | 0.386 | 0.386 |
| Cations A | 1.958 | 1.896 | 1.948 | 1.872 | 2.076 | 1.939 | 2.115 | 2.032 | 1.921 | 1.997 | 1.985 | 2.075 |

Anexo N – Análises de pirocloro de rochas do complexo de Salitre. Análises recalculadas considerando sítio B=2 cátions (continuação).