



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS APLICADAS**

TESE DE DOUTORADO Nº 10

**ESTIMATIVA DE DEFORMAÇÕES POR OBSERVAÇÕES
GEODÉSICAS ASSOCIADAS A EVENTOS SÍSMICOS NA
ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA REDE SIRGAS-CON**

Área de concentração: Geofísica Aplicada

GIULIANO SANT'ANNA MAROTTA

Orientador: Prof. Dr. George Sand Leão Araújo de França

Co-orientador: Prof. Dr. João Francisco Galera Monico

Brasília DF

2013

GIULIANO SANT'ANNA MAROTTA

**ESTIMATIVA DE DEFORMAÇÕES POR OBSERVAÇÕES
GEODÉSICAS ASSOCIADAS A EVENTOS SÍSMICOS NA
ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA REDE SIRGAS-CON**

Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Brasília, para obtenção do Título de Doutor em Geociências, na Área de Geofísica.

Autor: Giuliano Sant'Anna Marotta

Orientador: Prof. Dr. George Sand
Leão Araújo de França

Co-orientador: Prof. Dr. João Francisco
Galera Monico

Brasília DF

2013

Marotta, Giuliano Sant'Anna.

Estimativa de deformações por observações geodésicas associadas a eventos sísmicos na área de abrangência da Rede SIRGAS-CON

105 páginas.

Tese de doutorado - Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Observatório Sismológico.

1. Deformações
2. Geodésia
3. Geofísica
4. Placas Tectônicas
5. Província Borborema

I. Universidade de Brasília. Instituto de Geociências. Observatório Sismológico.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. George Sand Leão Araújo de França - Orientador - UnB

Prof. Dr. José Oswaldo de Araújo Filho - UnB

Prof. Dr. Lucas Vieira Barros - UnB

Prof. Dr. Dalto Domingos Rodrigues – UFV

Prof. Dr. Wladimir Shukowsky – USP

AGRADECIMENTOS

Ao Observatório Sismológico/Instituto de Geociências - UnB, por fornecer local e instrumentos adequados ao desenvolvimento profissional nas áreas do ensino, pesquisa e extensão.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Estudos Tectônicos - INCTET, pelo fornecimento de materiais necessários à realização dos estudos.

Aos responsáveis pela manutenção do SIRGAS, ao IBGE, à USGS, ao Observatório Sismológico e ao professor Francisco Hilário Rego Bezerra (UFRN), pelo fornecimento dos dados e soluções GNSS e pelos dados de eventos sísmicos utilizados no presente trabalho.

Ao JPL (Jet Propulsion Laboratory) / NASA, pelo fornecimento do software GIPSY OASIS 6.2 para o processamento dos dados GPS.

Aos professores George Sand Leão Araújo de França, João Francisco Galera Monico e Reinhardt Adolfo Fuck, pelas valiosas orientações, ensinamentos, correções e acompanhamentos, todos focados na busca de atingir os objetivos propostos.

Ao Vinicius Francisco Rofatto, por auxiliar no processamento dos dados GPS.

Aos Professores Lucas Vieira Barros e José Oswaldo de Araújo Filho, pela grande contribuição dada como membros da comissão de acompanhamento dos trabalhos.

Aos meus pais José Maria Rocha Marota e Maria da Conceição Santana Marota por toda a dedicação imposta para que eu tornasse uma pessoa cada vez melhor, e às minhas irmãs Sarah e Samantha por nos aturarmos desde o começo de nossas vidas e por sermos sempre unidos nas diversas situações que a vida nos impôs.

À minhas avós, Elza (em memória) e Pequena juntamente com toda a prole, pois sem elas, eu não estaria aqui.

Finalmente à Aline, com quem me casei e que vem me aguentando por muitos anos, sempre me incentivando e cortando os meus vícios, me fazendo uma pessoa cada dia melhor.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Justificativa.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Organização da Tese.....	4
2 DEFORMAÇÕES DECORRENTES DE EVENTOS SÍSMICOS NA REGIÃO DA REDE	
SIRGAS-CON.....	5
2.1 Introdução.....	6
2.2 Área de Estudos.....	8
2.3 Sistema de coordenadas utilizadas.....	10
2.4 Estabilidade de pontos da rede geodésica.....	11
2.5 Deformação resultante para rede geodésica.....	13
2.6 Deformação sobre a litosfera em períodos pré- e pós-sísmicos.....	15
2.7 Resultados.....	16
2.8 Conclusão.....	28
3 ESTIMATIVA DA TAXA DE DEFORMAÇÃO DA REGIÃO INTRAPLACA SUL	
AMERICANA POR OBSERVAÇÕES GEODÉSICAS NA REDE SIRGAS-CON.....	29
3.1 Introdução.....	30
3.2 Área de Estudos.....	33
3.3 Deformação planimétrica resultante para rede geodésica.....	35
3.4 Resultados e Discussão.....	37
3.5 Conclusão.....	45
4 ESTIMATIVA DA TAXA DE DEFORMAÇÃO POR OBSERVAÇÕES GEODÉSICAS	
NA PROVÍNCIA BORBOREMA.....	47
4.1 Introdução.....	48
4.2 Esforços Tectônicos na Província Borborema.....	50
4.3 Área de Estudos.....	52
4.4 Estimativa de coordenadas e vetores de velocidade para os pontos da rede geodésica.....	53
4.6 Resultados e Discussão.....	54
4.7 Conclusão.....	59
5 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXO I – MATERIAL SUPLEMENTAR.....	73

Dados: Capítulo 1 – Coordenadas extraídas de soluções semanais SIRGAS.	74
Dados: Capítulo 2 – Coordenadas e velocidades extraídas de soluções multianuais SIRGAS.....	77
Dados: Capítulo 2 – Taxas de deformação da rede SIRGAS-CON.	84
Dados: Capítulo 3 – Soluções do processamento de dados GPS	98
ANEXO II – TRABALHOS REALIZADOS NO ÂMBITO DESTE ESTUDO	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Rede SIRGAS-CON (modificado de: <www.sirgas.org> acesso em 26/05/2012)	9
Figura 2.2: Sistemas cartesiano geocêntrico (X, Y, Z), geodésico geocêntrico (λ, ϕ, h) e geodésico local (x, y, z). “ O ” refere-se à origem do sistema geodésico local e “ P ” é a representação da posição de um ponto no espaço tridimensional.	11
Figura 2.3: Fluxo de rotinas para cálculo de deformações.	16
Figura 2.4: Pontos geodésicos instáveis associados a eventos sísmicos.	18
Figura 2.5: a) Componentes principais de deformação na planimetria. b) Componentes principais de deformação na altimetria. Evento sísmico de 13/6/2005.....	19
Figura 2.6: a) Componentes principais de deformação na planimetria. b) Componentes principais de deformação na altimetria. Evento sísmico de 8/1/2009.	21
Tabela 2.5: Componentes principais de deformação na planimetria. Evento sísmico de 8/1/2009.....	22
Tabela 2.6: Deformações máximas normais e cisalhantes na planimetria e deformações na altimetria. Evento sísmico de 8/1/2009.	22
Figura 2.7: a) Componentes principais de deformação na planimetria. b) Componentes principais de deformação na altimetria. c) Números identificadores das redes de pontos trianguladas, conforme Tabelas 2.7 e 2.8. Evento Sísmico de 27/2/2010.....	24
Figura 2.8: a) Componentes principais de deformação na planimetria. b) Componentes principais de deformação na altimetria. Evento sísmico de 4/4/2010.	27
Figura 3.1: Pontos da rede SIRGAS-CON, contidos na placa Sul Americana, ligados pela triangulação de <i>Delaunay</i>	35
Figura 3.2: Velocidades planimétricas das estações geodésicas, em mm/ano.	38
Figura 3.3: Velocidades planimétricas da placa de Nazca e das estações geodésicas, em mm/ano, seguindo as direções dadas pelos vetores de <i>Euler</i> (isolinhas representam variações equidistantes de 3 mm/ano). Os números apresentados em um círculo identificam os 7 perfis traçados para posterior análise.	39
Figura 3.4: Deformações principais máxima ($E'1$) e mínima ($E'2$).....	41
Figura 3.5: Taxas de dilatação (\dot{D}). Os números apresentados em um círculo identificam os 7 perfis traçados para posterior análise.....	42
Figura 3.6: Perfis longitudinais dos vetores de velocidade e taxas de dilatação.	43

Figura 3.7: Taxas de dilatação (\dot{D}) a 99% de confiança e epicentros dos eventos sísmicos (fonte: USGS e SIS/UnB). Em cinza localiza-se a região onde a taxa de dilatação não é significativa ao nível de 99% de confiança.....	44
Figura 4.1: Atividades sísmicas na porção continental do Brasil entre o período de 1720 a 2013. (Fonte: < www.obsis.unb.br/websisbra >, 2013).....	50
Figura 4.2: Rede de pontos geodésicos na Província Borborema.....	53
Figura 4.3: Velocidades planimétricas (V) das estações geodésicas, em m/ano.....	56
Figura 4.4: Taxas de componentes principais de deformação.	57
Figura 4.5: Taxas de componentes principais de deformação por observações geodésicas e esforços por mecanismos focais e <i>breakouts</i>	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Deslocamento de estações da rede SIRGAS-CON após terremotos ocorridos entre 2000 e 2011 (Sánchez & Seitz, 2011, modificado).....	10
Tabela 2.2: Pontos da rede SIRGAS-CON considerados instáveis entre períodos pré- e pós-sísmicos.	17
Tabela 2.3: Componentes principais de deformação na planimetria. Evento sísmico de 13/6/2005.....	20
Tabela 2.4: Deformações máximas normais e cisalhantes na planimetria e deformações na altimetria. Evento sísmico de 13/6/2005.	20
Tabela 2.7: Componentes principais de deformação na planimetria. Evento Sísmico de 27/2/2010.	25
Tabela 2.8: Deformações máximas normais e cisalhantes na planimetria e deformações na altimetria. Evento Sísmico de 27/2/2010.....	26
Tabela 2.9: Componentes principais de deformação na planimetria. Evento sísmico de 4/4/2010.....	28
Tabela 2.10: Deformações máximas normais e cisalhantes na planimetria e deformações na altimetria. Evento sísmico de 4/4/2010.	28
Tabela 4.1: Período de dados de rastreamento GPS utilizados.	55
Tabela 4.2: Velocidades (V) das estações geodésicas, em m/ano.....	55
Tabela 4.3: Taxas de deformação e de componentes principais de deformação na planimetria.	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DGFI – Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut
DORIS – Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite
EUA – Estados Unidos da América
FES – Finite Element Solution
GIA – Glacial Isostatic Adjustment
GIPSY – GPS Inferred Positioning System
GNSS – Global Navigation Satellite Systems
GPS – Global Positioning System
GRS – Geodetic Reference System
IAG – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IERS – International Earth Rotation and Reference Systems Service
IGS – International GNSS Service
IRM – IERS Reference Meridian
ITRF – International Terrestrial Reference Frame
ITRS – International Terrestrial Reference System
JPL – Jet Propulsion Laboratory
MMQ – Método dos Mínimos Quadrados
SIS – Observatório Sismológico
PPP – Precise Point Positioning
RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
RGP – Rede GPS Potiguar
SIRGAS – Sistema de Referência Geodésico para as Americas
SIRGAS-CON – SIRGAS Continuously Operating Network
SLR – Satellite Laser Ranging
TCG – Teste de Congruência Global
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UnB – Universidade de Brasília
USGS – United States Geological Survey
VMF1 – Função de Mapeamento de Viena

RESUMO

MAROTTA, Giuliano Sant'Anna, DSc., Universidade de Brasília, Março 2013. **ESTIMATIVA DE DEFORMAÇÕES POR OBSERVAÇÕES GEODÉSICAS ASSOCIADAS A EVENTOS SÍSMICOS NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA REDE SIRGAS-CON.** Orientador: George Sand Leão Araújo de França. Co-orientador: João Francisco Galera Monico.

Neste estudo, foram investigadas as deformações que ocorrem na superfície terrestre utilizando dados oriundos de observações geodésicas, geológicas e sismológicas.

Primeiramente, foram estudadas as deformações entre períodos pré e pós-sísmico na América Latina, por meio da análise das variações dos valores de coordenadas terrestres estimadas por técnicas de posicionamento GNSS em uma rede denominada SIRGAS-CON. Baseando-se nos dados de 23 eventos sísmicos extraídos do USGS para o período de 2000-2011 e após aplicação do teste de Congruência Global na rede geodésica, foram identificados quatro eventos associados a pontos geodésicos instáveis, com deslocamentos dos pontos entre aproximadamente 1 cm e 3 m. Após o cálculo das deformações e da verificação dos resultados, para os quatro eventos selecionados, foi possível analisar as interações entre diferentes placas litosféricas pelas direções de contração e extensão estimadas. Porém, não foi possível relacionar deformações na rede geodésica com eventos sísmicos.

Posteriormente, por meio de uma solução multianual da rede SIRGAS-CON, foram investigadas as taxas de deformação da superfície terrestre estimadas a partir das variações de direção dos vetores de velocidade de 140 pontos geodésicos localizados na placa Sul Americana. A partir dos resultados, foi possível sugerir que, na porção oeste da placa a deformação é mais significativa, tal como esperado, pois a região está próxima à zona de subducção da placa de Nazca sob a placa Sul Americana. Utilizando vetores de Euler, para inferir o movimento da placa de Nazca, foi possível estimar as taxas de convergência da placa de Nazca e a taxa que é absorvida pela placa Sul Americana.

Por fim, foram estimadas as deformações na Província Borborema, localizada na região nordeste do Brasil. Para isto, foram utilizadas estações de

rastreio com mínimo de 2 anos de dados provenientes da RBMC e da rede denominada GPS Potiguar, mantido pelo Departamento de Geologia da UFRN. Os dados foram processados utilizando o software GIPSY versão 6.2, disponibilizado pelo JPL do Instituto de Tecnologia da Califórnia, e o método utilizado foi o PPP. A partir de uma solução anual onde as coordenadas e velocidades foram estimadas com suas devidas precisões, foram calculadas as taxas de deformação utilizando a triangulação de *Delaunay* e o método de Elementos Finitos. As deformações foram comparadas com dados de esforços da região, obtidos por estudos geológicos (*breakouts*) e sismológicos (mecanismos focais) coletados em bibliografias existentes e foi possível sugerir correlação entre eles.

Foi possível com os estudos realizados: correlacionar a interação dos esforços tectônicos aplicados nas placas analisadas com movimentos observados na superfície terrestre; identificar, do ponto de vista geodésico, as regiões estáveis e instáveis na placa Sul Americana e; confirmar a sensibilidade da rede geodésica aos esforços aplicados na região intraplaca Sul Americana.

ABSTRACT

MAROTTA, Giuliano Sant'Anna, DSc., Universidade de Brasília, March 2013. **ESTIMATE OF STRAIN BY GEODETIC OBSERVATIONS ASSOCIATED WITH SEISMIC EVENTS ON THE SIRGAS-CON NETWORK COVERAGE AREA.** Adviser: George Sand Leão Araújo de França. Co-Adviser: João Francisco Galera Monico.

In this study were investigated the strains that occur on the earth's surface using data from geodesic, geologic and seismologic observations.

First, the strains between pre and post seismic events in Latin America were studied, by analyzing variation of terrestrial coordinates values estimated by GNSS positioning techniques in a network called SIRGAS-CON. Based in 23 seismic events data, provided by USGS, for the period of 2000-2011, and after the Global Congruence test in the geodesic network, four events associated to instable geodesic points were identified, with points displaced from 1 cm to 3 m approximately. After the strains calculations and verification of the results for the four selected events, it was possible to analyze the interactions among different lithospheric plates by estimating contraction and extension directions. However, it was not possible to correlate strains in the seismic events on geodesic network.

Second, using a multiannual solution from SIRGAS-CON network, the strain rates on earth surface estimated from the direction variation of velocity vectors in 140 geodesic points located into South American plate were investigated. From those results, it was suggested that the strain was more significant in the western portion of the plate, as thought, because the region is near to the Nazca subduction zone over the South American plate. Using Euler vectors to determinate the Nazca plate movement, it was possible to estimate the convergence rates of Nazca plate and also the rate that is absorbed by the South American plate.

The strains in Borborema Province, in the Brazilian northeastern region, were estimated. For that purpose, tracking stations were used with at least 2 years of data provided from RBMC and the network called GPS Potiguar, controlled by the Geology Department of UFRN. Those data were processed with the GIPSY 6.2 software, offered by the California Technology Institute, and the method was the PPP. Based on an annual solution, where the coordinates and velocities were estimated with the proper precisions, the strain rates using

Delaunay's triangulation and finite elements method were calculated. The strains were compared with of region effort data, obtained by geological (breakouts) and seismologic (focal mechanisms) data collected in bibliographic references and was possible to suggest correlation among them.

From the accomplished studies it was possible: to correlate the interaction of the tectonic efforts applied on the plates analyzed from movements noticed on earth surface; to identify, from the geodesic point of view the stable and instable regions in South American plate and; to confirm the sensibility of the geodesic network to the tectonic efforts applied in South American intraplate region.

1 INTRODUÇÃO

A estimativa das variações na forma da Terra é de grande importância no campo da geofísica, em especial para o estudo de atividades tectônicas relacionadas à ocorrência de terremotos. Conseqüentemente, ao longo do tempo, isto vem despertando interesse de geodestas, mesmo quando as precisões instrumentais não garantiam estimativas confiáveis de deslocamentos de pontos na crosta terrestre, dentro de um curto intervalo de tempo.

Com o desenvolvimento tecnológico e a chegada da era da Geodésia Espacial, o desenvolvimento de novas técnicas de posicionamento e a disponibilidade de equipamentos precisos, como as envolvidas no GNSS, proporcionaram uma extensa atividade de pesquisa na aplicação de diferentes metodologias para as estimativas geodésicas de deformação crustal.

Estimativa das componentes de deformação por redes geodésicas foi investigada por muitos autores, dentre eles pode-se citar: Frank, 1966; Bibby, 1975; Borre, 1979; Brunner, 1979; Livieratos, 1980; Brunner *et al.*, 1981; Dermanis & Livieratos, 1983; Dong *et al.*, 1998; Crespi *et al.*, 2000; Hekimoglu *et al.*, 2002; Bos *et al.*, 2003; Kapovic *et al.*, 2006; Ruegg *et al.*, 2009; Deniz & Ozener, 2010; Marotta *et al.*, 2013.

A análise da deformação geodésica pode ser realizada de várias maneiras, dependendo essencialmente de três fatores: do método geodésico adotado, do tipo de informação utilizada e da estratégia adotada no processamento dos dados. No que diz respeito à estratégia de processamento de dados, existem essencialmente duas formas de fazê-las: pela discretização das áreas investigadas em triângulos e cálculo dos parâmetros de deformação dentro de cada triângulo e; pela hipótese de um campo de deformação homogêneo e estimativa das componentes de deformação em âmbito global com todas as informações à disposição.

A discretização requer escolhas arbitrárias sobre os triângulos a serem considerados e não permite a detecção de erros grosseiros, uma vez que a redundância é geralmente pequena ou nula. Por outro lado, a discretização permite uma melhor contabilização das descontinuidades conhecidas (por exemplo, estruturas tectônicas), que impedem o campo de deformação ser fisicamente homogêneo. Em contrapartida, a hipótese de um campo de

deformação homogêneo na estimativa de deformação global possui características opostas.

Outra característica importante está na estimativa da deformação por observações geodésicas no espaço tridimensional, pois, teoricamente há a necessidade de conhecimento do campo de deslocamento contínuo, em cada ponto dentro de uma região de interesse. Pela dificuldade de se estimar deslocamento contínuo no espaço tridimensional, a estimativa de deformação no espaço bidimensional se torna mais adequada.

Vista a necessidade do entendimento geodinâmico e sabendo-se que a aplicação de técnicas geodésicas no estudo das deformações da crosta associadas à atividade tectônica é considerada uma ferramenta fundamental, seja para mitigação do risco sísmico ou para pesquisa de previsão de terremotos, esta pesquisa se valeu da abordagem de discretização na estimativa de deformação pela melhor contabilização das descontinuidades tectônicas. No atendimento desta abordagem, buscando contornar a dificuldade de detecção de erros grosseiros (redundância de informações utilizadas é geralmente pequena ou nula), o desenvolvimento da pesquisa buscou utilizar informações geodésicas de alta confiabilidade e dados que, no momento do processamento, passaram por procedimentos adequados de detecção e remoção de erros.

Neste contexto, são apresentadas as justificativas e as hipóteses da pesquisa, adotando-se os objetivos gerais e específicos da Tese de Doutorado, descritos a seguir.

1.1 Justificativa

No campo da Geodésia, pela alta precisão dos dados adquiridos por instrumentos de medição associados à alta precisão necessária para estimativas mais realistas da forma e dimensão terrestre, realização de sistemas de referência e desenvolvimento de trabalhos voltados à organização territorial e à trabalhos de engenharia, este trabalho torna-se de grande importância por tratar da mensuração das deformações que ocorrem na superfície terrestre e da identificação de regiões estáveis e instáveis. Isto pode contribuir para o entendimento dos erros que são propagados nas realizações de referenciais geodésicos, nas estimativas de parâmetros de transformação

entre os referenciais e, conseqüentemente, na definição da matriz variância e covariância, fundamental no estabelecimento de modelos estocásticos mais adequados.

No campo da Geofísica, este trabalho permite avaliar as interações dos esforços aplicados na litosfera, observados por métodos e instrumentos geológicos e geofísicos, com suas implicações na superfície terrestre. Apesar de existirem trabalhos desta natureza em regiões intraplacas, este trabalho possui grande relevância por se voltar ao entendimento global dos resultados dos esforços estimados na América Latina, nas regiões de borda e principalmente no interior da porção continental da placa Sul Americana, que ainda não foi estudada. Além de estimar as deformações, este trabalho pode ser utilizado como subsídio para o entendimento e a mitigação de riscos sísmicos na região compreendida pela rede geodésica analisada.

1.2 Objetivos

De encontro com as diferentes formas de quantificação do movimento crustal, este estudo busca a utilização da tecnologia GNSS na estimativa de deformações sobre a litosfera, inter e intraplacas tectônicas, e a correlação dos resultados estimados com informações geológicas e sismológicas. Para isto, o estudo é subdividido em três objetivos específicos:

1 - Estimar movimentações e deformações de uma rede geodésica localizada na América Latina, entre períodos pré e pós-sísmicos, a partir de valores de coordenadas dos pontos que compõem a rede geodésica SIRGAS-CON, dados por soluções semanais e publicadas pelo SIRGAS;

2 - Estimar movimentações e taxas de deformação resultantes para a placa Sul Americana, a partir de valores de coordenadas e vetores de velocidade dados por soluções multianuais para cada ponto da rede SIRGAS-CON e publicadas pelo SIRGAS;

3 - Estimar movimentações e taxas de deformação resultantes para uma região tectonicamente ativa do Brasil, denominada Província Borborema, a partir de valores de coordenadas e vetores de velocidade calculados para cada

ponto da rede SIRGAS-CON e da Rede GPS Potiguar, localizados na área de estudos.

1.3 Organização da Tese

Esta tese é dividida em cinco capítulos e dois anexos, cuja organização é descrita a seguir:

O capítulo 1 apresenta a introdução dos assuntos a serem abordados, envolvendo as justificativas para o estudo e objetivos apresentados.

No capítulo 2 é apresentado o primeiro artigo denominado “*Strains arising by seismic events in the SIRGAS-CON network region*”, aceito para publicação pelo *Journal of Geodetic Science*.

No capítulo 3 é apresentado o segundo artigo denominado “*Strain Rate of South American Lithospheric Plate by SIRGAS-CON Geodetic Observations*”, submetido ao *Journal of South American Earth Sciences*.

No capítulo 4 é apresentado o terceiro artigo denominado “*Strain Rates of the Borborema Province by Geodetic Observations*”, submetido ao *Journal of Geocinamics*.

O capítulo 5 sintetiza as principais conclusões do estudo.

O ANEXO I reúne o material suplementar utilizado na realização dos trabalhos que compõem a Tese.

O ANEXO II reúne as comunicações e trabalhos que resultaram desta pesquisa.

2 DEFORMAÇÕES DECORRENTES DE EVENTOS SÍSMICOS NA REGIÃO DA REDE SIRGAS-CON

Artigo intitulado “**Strains arising by seismic events in the SIRGAS-CON network region**” aceito para publicação pelo Journal of Geodetic Science, na versão original em língua inglesa.

G. S. Marotta^{1*}, G. S. França¹, J. F. G. Monico², R. A. Fuck³

1 Observatório Sismológico – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília/DF, Brasil

2 Departamento de Cartografia – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rua Roberto Simonsen 305, Centro Educacional, Presidente Prudente/SP, Brasil

3 Laboratório de Geocronologia - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília/DF, Brasil

Resumo

Neste trabalho, foram estudadas as deformações entre períodos pré e pós-sísmico na América Latina, por meio da análise das variações dos valores de coordenadas terrestres estimadas por técnicas de posicionamento GNSS em uma rede denominada SIRGAS-CON. Essa rede é composta de pontos nas placas litosféricas da América do Sul, Antártica, Nazca, Cocos, América do Norte e Caribe. Baseando-se nos dados de 23 eventos sísmicos fornecidos pelo USGS para o período de 2000-2011 e após aplicação do TCG na rede geodésica, foram identificados quatro eventos associados a pontos geodésicos instáveis. Na análise da instabilidade foram detectados deslocamentos dos pontos geodésicos entre aproximadamente 1 cm e 3m. Após o cálculo das deformações e da verificação dos resultados, para os quatro eventos selecionados, foi possível analisar as interações entre diferentes placas litosféricas pelas direções de contração e extensão estimadas. Porém, não foi possível correlacionar deformações na rede geodésica e eventos sísmicos, visto que parte dos eventos selecionados foram desconsiderados por não mostrar deformação de superfície.

Palavras chave: Deformações na superfície; placas litosféricas; pós-sísmico; pré-sísmico, rede geodésica.

2.1 Introdução

Análise de deformação, utilizando conceitos de Mecânica dos Materiais, vem sendo largamente empregada na Geodésia e Geofísica, tanto para entender o comportamento geodinâmico quanto para investigar os impactos de eventos naturais e artificiais observados na superfície terrestre.

Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos no sentido avaliar deslocamentos e deformações provenientes do acúmulo ou liberação de energia provocados por forças naturais que atuam na litosfera, cuja resultante é expressa por eventos sísmicos de diferentes magnitudes e intensidades, localizados em regiões de falhas, fraturas ou limites de placas litosféricas.

Um dos primeiros trabalhos realizados utilizando GPS para estudos geofísicos de determinação de deslocamentos entre períodos pré- e pós-sísmicos, segundo Hudnut *et al.* (1994), foi no terremoto de 28 de junho de 1992, de magnitude 7,2, localizado em *Landers*, Califórnia. Hudnut *et al.* (1994) utilizaram o mesmo terremoto para determinar os deslocamentos e combiná-los a fim de modelar a representação de deslocamento elástico dos planos de ruptura primária das falhas.

Em nível global pode-se citar inúmeros trabalhos envolvendo análise de sismicidade e de deformação ocorrida na superfície, com análise da variação temporal de coordenadas provenientes de pontos de apoio geodésico. Dentre eles, Yu *et al.* (2001), Fernandes *et al.* (2002), Ishii *et al.* (2005) e Hsu *et al.* (2009) estudaram momentos co-sísmicos, pré-sísmicos e pós-sísmicos, utilizando tecnologia GNSS para determinação de deslocamentos e deformações em diferentes eventos.

Wallace *et al.* (2004) analisaram velocidades obtidas por GPS e vetores de deslizamento de falhas evidenciados por terremoto na Bacia *Woodlark* em Nova Guiné, para entender as orientações dos blocos tectônicos e o grau de acúmulo de deformação elástica em falhas na região. Zhang *et al.* (2005), com base nos resultados do campo de velocidade de movimento crustal no plano horizontal obtido a partir de medições GPS, na margem nordeste do bloco

Qinghai-Xizang, analisaram qualitativa e quantitativamente a diferença de movimento e deformação entre os blocos e falhas tectônicas em seus limites, a distribuição do campo de tensão tectônica e os locais com alto acúmulo de energia de deformação e intensidade. Ruegg *et al.* (2009) analisaram o acúmulo de tensão intersísmica medido por GPS na lacuna sísmica no Chile e verificaram que a deformação da superfície ao sul da região compreendida por *Concepción* e *Constitución* é consistente com o acúmulo elástico na interface de subducção em profundidade. Por meio de estudos sísmicos e técnicas de posicionamento por GPS, Vigny *et al.* (2009), mostraram que em uma área analisada no Chile parte da taxa de convergência total entre as placas Nazca e América do Sul dá lugar a acumulação de deformação elástica na placa superior e parte é dissipada por deslizamento livre ou não sísmico. Satirapod *et al.* (2010) realizaram estudos na Tailândia centrados na utilização de dados GPS, coletados entre períodos de dois grandes terremotos, e verificaram que a direção da deformação está de acordo com direções de relaxamento pós-sísmico que ocorrem na trincheira de Sumatra. Velasco *et al.* (2010) analisaram uma série de linhas de reflexão sísmica horizontal e vertical da crosta, velocidades contínuas de GPS e geologia de superfície para investigar as relações entre a acumulação de tensão intersísmica, geometria de falha subterrânea e taxas de deslizamento em falhas sísmicas geológicas na Bacia de Leste e Província *Range*, oeste dos EUA.

Tratando-se de forças naturais atuantes na litosfera, entende-se que o estudo de deformações associadas a eventos sísmicos continua a ser assunto pendente de compreensão e que por isto necessita ser continuamente aprofundado.

Com intuito de verificar a influência de eventos sísmicos sobre a litosfera, este trabalho tem por objetivo avaliar as deformações estimadas na superfície terrestre, em momentos pré- e pós-sísmicos, por meio de variações de coordenadas terrestres estimadas por técnicas de posicionamento GNSS em uma rede geodésica de monitoramento contínuo denominada SIRGAS-CON.

2.2 Área de Estudos

A Figura 2.1 mostra toda a região compreendida pela rede SIRGAS-CON, que é a base para o SIRGAS. A definição do SIRGAS segue o IERS ITRS e sua realização é compatível com o ITRF. A rede é baseada na contribuição de mais de 50 organizações voluntárias da América Latina, que implantam, operam e voluntariamente fornecem os dados para processamento. A rede abrange cerca de 250 receptores GNSS de operação contínua (48 deles pertencentes à rede global IGS) distribuídos pelas Américas, Caribe e Antártica, abrangendo as placas litosféricas da América do Sul e do Norte, Antártica, Nazca, Cocos e Caribe. Os Centros de Processamento SIRGAS locais processam sub-redes que compõem o SIRGAS-CON e o DGFI processa uma rede núcleo, adensamento primário do ITRF na América Latina. Posteriormente, os Centros de Combinação SIRGAS, formados pelo DGFI e IBGE, combinam todas as soluções visando obter precisão homogênea para as posições e velocidades das estações em nível continental. No desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados dados das soluções SIRGAS no ITRF2005. Atualmente, as soluções são relatadas semanalmente no IGS08, uma realização do ITRF2008.

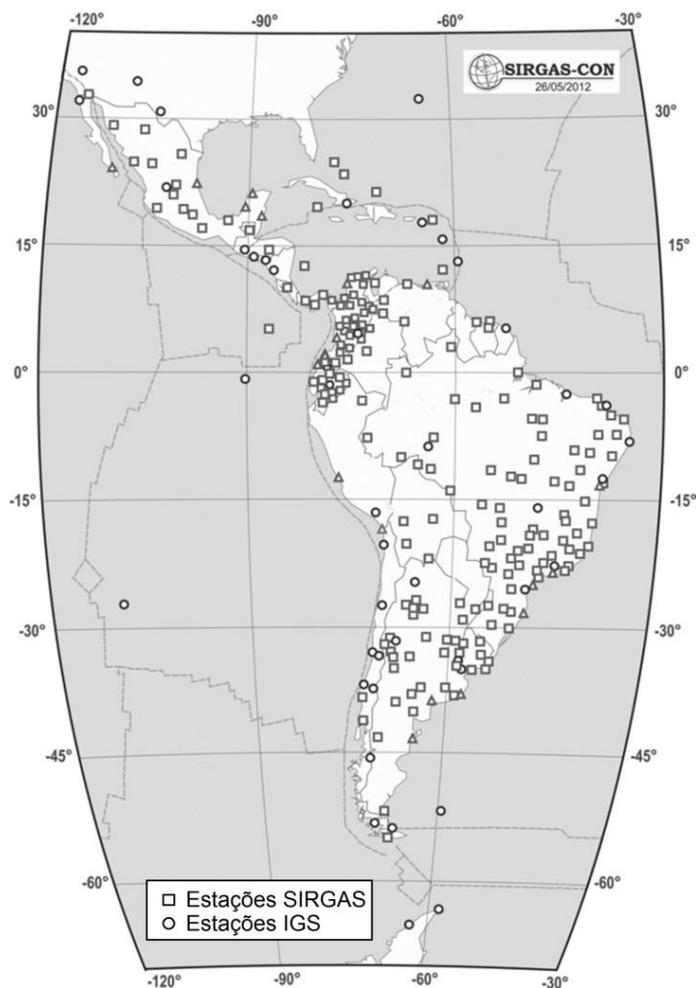


Figura 2.1: Rede SIRGAS-CON (modificado de: <www.sirgas.org> acesso em 26/05/2012)

Estudo realizado por Costa *et al.* (2009) determinou a velocidade de deslocamento das placas por meio de processamentos de dados da rede SIRGAS-CON.

Silva *et al.* (2010), utilizando informações da mesma rede, realizaram estudo de determinação do deslocamento das estações em função do terremoto ocorrido no Chile, em 27 de fevereiro de 2010. Como resultado, foram verificados deslocamentos que variam de 3,3 cm a 297,8 cm a distâncias epicentrais de até 1000 km.

Após estudo da rede SIRGAS-CON entre 2000 e 2011, Sánchez & Seitz (2011) mostram o impacto de eventos sísmicos no SIRGAS, conforme pode ser visto na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Deslocamento de estações da rede SIRGAS-CON após terremotos ocorridos entre 2000 e 2011 (Sánchez & Seitz, 2011, modificado).

Localização	Data	Magnitude	Deslocamento (cm)	Estações afetadas
<i>Comcepción</i> - Chile	12/2/2011	6,1	2	CONZ
<i>Mechicali</i> - México	4/4/2010	7,2	23	MEXI
Chile	23/2/2010	8,8	1 a 305	23 ESTAÇÕES
Costa Rica	8/1/2008	6,1	2	ETCG
<i>Martinique</i>	29/11/2007	7,4	1	BDOS, GTK0
<i>Copiapo</i> - Chile	30/4/2006	5,3	2	COPO
<i>Tarapaca</i> - Chile	13/6/2005	7,9	6	IQQE
<i>Managua</i> - Nicaragua	9/10/2004	6,9	1	MANA
<i>Arequipa</i> - Peru	23/6/2001	8,4	52	AREQ

2.3 Sistema de coordenadas utilizadas

Os valores de coordenadas da rede SIRGAS-CON, dispostos no sistema cartesiano geocêntrico (elipsoide GRS1980), são determinados por soluções semanais a partir de informações de estações GNSS. As coordenadas são disponibilizadas pelos grupos de trabalho responsáveis pela manutenção do SIRGAS (Brunini *et al.*, 2012).

Para determinação de deformações, houve a necessidade da transformação do sistema cartesiano geocêntrico tridimensional (X, Y, Z) para o sistema geodésico geocêntrico (λ, ϕ, h) e, desse, para o sistema geodésico local (x, y, z) (Figura 2.2). Monico (2008) apresenta os modelos utilizados nas transformações entre sistemas.

As coordenadas no sistema geodésico geocêntrico foram utilizadas tanto para formação de conexões triangulares entre os pontos geodésicos, utilizando triangulação de *Delaunay*, quanto para definição das origens no sistema geodésico local, dado pela posição do baricentro de cada triângulo.

Definidos origem e pontos que compõem cada triângulo aqui chamado de rede, foram calculadas as coordenadas tridimensionais de seus vértices no sistema geodésico local.

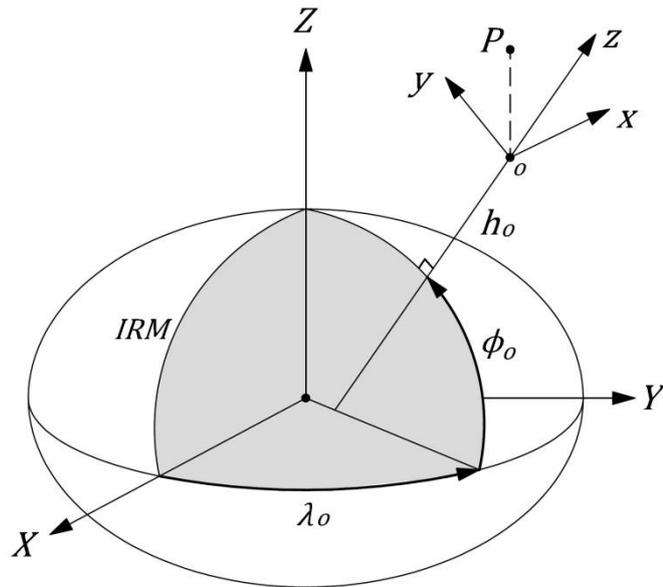


Figura 2.2: Sistemas cartesiano geocêntrico (X, Y, Z), geodésico geocêntrico (λ, ϕ, h) e geodésico local (x, y, z). “o” refere-se à origem do sistema geodésico local e “P” é a representação da posição de um ponto no espaço tridimensional.

2.4 Estabilidade de pontos da rede geodésica

Anteriormente ao cálculo de deformação para a rede geodésica, foram identificadas as estações GNSS cujos pontos sofreram alteração entre os períodos pré- e pós-sísmicos, utilizando para isto o TCG. Este teste é largamente utilizado com objetivo de verificar estatisticamente a estabilidade de pontos.

Trabalhos como Neumann & Kutterer (2006), Hekimoglu *et al.* (2002) e Denli & Deniz (2003) descrevem os aspectos básicos para aplicação do TCG.

As hipóteses nula (H_0) e alternativa (H_a) consideradas no referido teste são dadas como:

$$H_0: E\{d\} = 0 \quad (2.1)$$

$$H_a: E\{d\} \neq 0 \quad (2.2)$$

sendo

$$d = U_2 - U_1 \quad (2.3)$$

onde E é a esperança matemática, d é a diferença de cada componente vetorial de um ponto em duas épocas distintas sendo $U_1 = (x_1, y_1, z_1)$ e $U_2 = (x_2, y_2, z_2)$.

O referido teste pode ser aplicado da seguinte forma (Neumann & Kutterer, 2006; Kapovic *et al.*, 2006):

$$K = (d^T \cdot C_d \cdot d) / (R \cdot \hat{\sigma}_{0d}^2) \quad (2.4)$$

onde K representa o fator calculado para comparação entre duas épocas no TCG, R representa o posto da matriz, maior conjunto de vetores linearmente independentes, da matriz covariância C_d de d e $\hat{\sigma}_{0d}^2$ é a variância de referência a posteriori de d , dada por:

$$\hat{\sigma}_{0d}^2 = [(V_1^T \cdot P_1 \cdot V_1) + (V_2^T \cdot P_2 \cdot V_2)] / n_g \quad (2.5)$$

onde n_g é a soma dos graus de liberdade, V o vetor dos resíduos e P o peso das observações para duas épocas de interesse.

Para determinar n_g e $\hat{\sigma}_{0d}^2$ foram utilizados valores de variância a posteriori $\hat{\sigma}_0^2$ e de graus de liberdade obtidos e fornecidos pelo centro de processamento SIRGAS no ajustamento das observações GNSS para cada época analisada.

O teste estatístico segue a distribuição F , sendo α o nível de significância.

$$P(K \leq F_{R, n, 1-\alpha} | H_0) = 1 - \alpha \quad (2.6)$$

Como hipótese alternativa, tem-se $K > F_{R, n, 1-\alpha}$.

Se a hipótese nula é rejeitada, pode-se supor mudança de posição, ou instabilidade do ponto analisado entre duas épocas distintas a um dado nível de significância α .

O uso da distribuição de F para verificar as hipóteses no TCG se deve ao fato de que a Equação 2.4 segue distribuição de F não central, que é uma distribuição de probabilidade de F ordinária generalizada, frequentemente

utilizada para análises de variâncias e para determinar se as variâncias de duas populações são estatisticamente iguais.

2.5 Deformação resultante para rede geodésica

Turcotte & Shubert (2002) demonstram que componentes de tensão podem ser definidas em qualquer ponto de um material. Visando ilustrar esse procedimento, considera-se um pequeno plano com dimensões definidas e orientadas de acordo com um sistema cartesiano de coordenadas. Nesta seção, ou plano, considera-se um estado bidimensional de esforço, sendo que o estado é bidimensional orientado no sentido de que não existem forças de superfície, portanto, na direção z .

Neste sentido, uma vez considerado o plano no estado bidimensional de esforço, o método apresentado e utilizado na determinação de deformação foi o método dos Elementos Finitos. Segundo Deniz & Ozener (2010), este método apresenta-se como a forma adequada para determinar os parâmetros de deformação independentes do datum, utilizando para isto a relação de distância entre pontos, ou de linhas de base, para duas épocas distintas. Desta forma, o modelo de deformação não considera translação e rotação de uma dada rede mas somente deformações.

No método dos Elementos Finitos, a determinação da deformação foi feita para cada região plana formada, referente a cada triângulo plano definido pela triangulação de *Delaunay*.

A expressão linear para determinação da deformação resultante ε de uma linha de base em uma rede é dada por:

$$\varepsilon = (S' - S)/S \quad (2.7)$$

onde S representa a distância planimétrica entre dois pontos da rede na época 1 e S' representa a distância planimétrica entre os mesmos pontos, na época 2.

Como a rede geodésica analisada foi formada por triângulos devidamente orientados, utilizou-se uma equação geral (Equação 2.8) para determinação da deformação resultante no estado bidimensional em função das componentes (e_{xx} , e_{xy} , e_{yy}) e dos azimutes (Az) calculados para cada distância planimétrica determinada entre dois pontos da rede.

$$\varepsilon = e_{xx} \cdot \cos^2 Az + e_{xy} \cdot \sin(2 \cdot Az) + e_{yy} \cdot \sin^2 Az \quad (2.8)$$

Uma vez determinados os parâmetros de deformação, foram calculadas, para cada plano formado pelas componentes vetoriais das coordenadas, as deformações principal máxima (E_1) e mínima (E_2), juntamente com sua orientação (β). Foi possível também, determinar as deformações máxima normal (E_{inter}) e máxima cisalhante (E_{shear}).

$$E_1 = 0,5 \cdot \left[(e_{xx} + e_{yy}) + \sqrt{(e_{xx} - e_{yy})^2 + (2 \cdot e_{xy})^2} \right] \quad (2.9)$$

$$E_2 = 0,5 \cdot \left[(e_{xx} + e_{yy}) - \sqrt{(e_{xx} - e_{yy})^2 + (2 \cdot e_{xy})^2} \right] \quad (2.10)$$

$$\beta = \arctan[e_{xy}/(E_1 - e_{xy})] \quad (2.11)$$

$$E_{shear} = 0,5 \cdot (E_1 - E_2) \quad (2.12)$$

$$E_{inter} = 0,5 \cdot (E_1 + E_2) \quad (2.13)$$

As equações 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12 e 2.13 são apresentadas por Turcotte & Shubert (2002) e Deniz & Ozener (2010).

As deformações altimétricas resultantes (ε_z ou e_{zz}) para as mesmas redes triangulares utilizadas na determinação da deformação planimétrica, foi determinada com a seguinte equação:

$$\varepsilon_z = (S'_z - S_z)/S_z \quad (2.14)$$

onde S_z representa a distância vertical entre os pontos da rede na época 1 e S'_z representa a distância vertical entre os mesmos pontos na época 2.

As deformações resultantes para a rede geodésica altimétrica, assim como a rede planimétrica, foram determinadas por ajustamento de observações pelo MMQ.

O parâmetro (ε_z) apresentado no modelo utilizado para estimativa da deformação altimétrica (Equação 2.14) foi ajustado pelo MMQ por meio do modelo paramétrico.

$$L_a = F(X_a) \quad (2.15)$$

sendo L_a o vetor dos valores ajustados e X_a é o vetor dos parâmetros ajustados.

Com a finalidade de determinar a precisão em todas as etapas de cálculo, exceto para a Equação 2.14, foi utilizada a Lei de Propagação de Covariâncias. Conforme apresentado por Gemael (1994), admitindo um dado modelo generalizado $Y = F(X)$, tem-se:

$$C_Y = D \cdot C_X \cdot D^T \quad (2.16)$$

sendo C_Y a matriz variância-covariância de Y , D a matriz jacobiana formada pelas derivadas parciais, D^T a matriz jacobiana transposta e C_X a matriz variância-covariância de X .

2.6 Deformação sobre a litosfera em períodos pré- e pós-sísmicos

Por serem coordenadas com determinações semanais, fornecidas pelo SIRGAS, foram utilizados valores ajustados para épocas pré- e pós-sísmica.

Com base em boletim sismológico disponibilizado pelo USGS, para o período 2000-2011 foram selecionados 23 eventos importantes com diferentes profundidades e com magnitudes maiores ou iguais a 5,8, localizados na área de estudos (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/poster/byregion.php> acesso em 23/03/2012). Estes eventos foram utilizados porque foram relatados mais detalhadamente pelo USGS.

Para cada evento sísmico selecionado, foi avaliada a estabilidade de cada ponto geodésico utilizado a partir do TCG. Este procedimento foi realizado com intuito de reduzir a área de análise a locais onde, estatisticamente, os pontos se apresentaram instáveis. Os locais identificados, dados pelos triângulos formados por pontos onde pelo menos um dos vértices

foi considerado instável, representaram regiões consideradas homogêneas e cujas deformações foram determinadas.

Todos os cálculos foram realizados mediante de rotinas desenvolvidas com auxílio do software *Matlab* versão 2010a e seguem a estrutura mostrada na Figura 2.3.

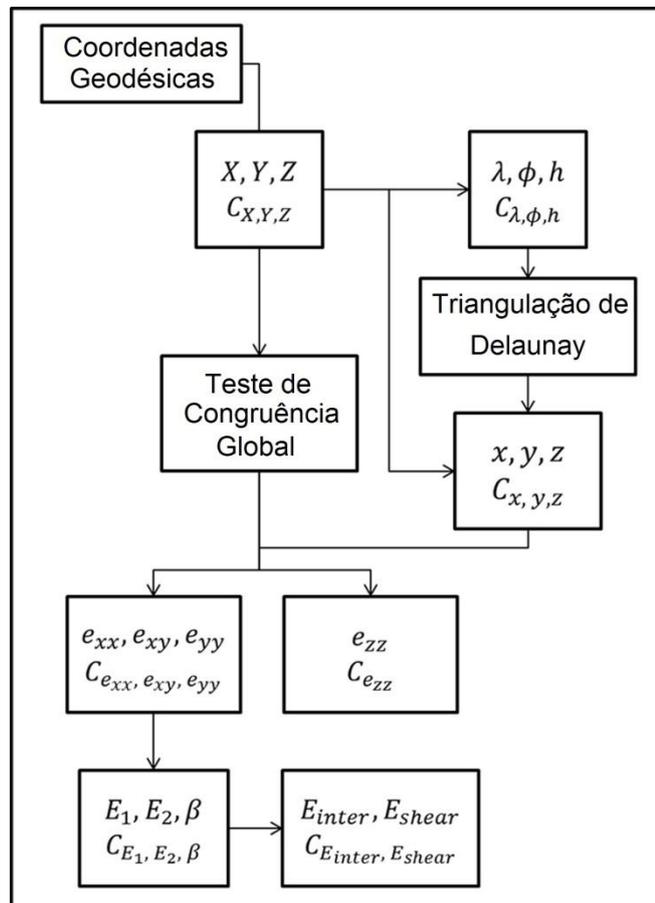


Figura 2.3: Fluxo de rotinas para cálculo de deformações.

A denominação C na Figura 2.3 representa matrizes variância-covariância.

2.7 Resultados

Conforme fluxo apresentado na Figura 2.3, foram definidas duas épocas distintas que diferem em uma semana da data de cada evento apresentado.

Com a aplicação do TCG, considerando $\alpha=10\%$, foi possível detectar que dos 23 eventos sísmicos selecionados, apenas 7 contemplaram pontos cujas instabilidades foram detectadas (Tabela 2.2).

Tabela 2.2: Pontos da rede SIRGAS-CON considerados instáveis entre períodos pré- e pós-sísmicos.

Eventos Sísmicos				Pontos da Rede Geodésica							
Data	Localização	Profundidade (Km)	Magnitude (Mw)	Pontos Geodésicos	Distância Hipocentral (m)	Movimentações (Sistema Geodésico Local)					
						X (m)	Y (m)	Z (m)			
09/10/2004	Nicarágua	-35	6,9	OHI2	8493684,178	-0,0154	0,0271	0,0643			
13/06/2005	Norte do Chile	-115	7,8	IQQE	104385,437	-0,0341	-0,0448	-0,0244			
26/09/2005	Norte do Peru	-127	7,5	OHI2	6556178,622	0,0155	-0,0191	-0,0454			
08/01/2009	Costa Rica	-4.5	6,1	ETCG	22489,069	-0,0083	0,0066	0,0200			
				CFAG	639827,618	-0,0352	-0,0046	-0,0138			
				CONZ	114505,407	-2,9777	-0,4451	-0,5163			
				LHCL	729390,155	-0,0539	-0,0414	0,0100			
				MZAC	495135,761	-0,1065	-0,0237	-0,0442			
				MZAE	527059,344	-0,1015	-0,0347	-0,0394			
				MZAS	445600,417	-0,1958	-0,0779	-0,0299			
				SANT	358636,662	-0,2762	0,0058	-0,1085			
				SRLP	820967,239	-0,0494	-0,0289	0,0044			
				UCOR	958223,990	-0,0256	0,0005	-0,0054			
27/02/2010	Mar Bio-Bio Chile	-35	8,8	UNSJ	622895,743	-0,0319	-0,0033	-0,0134			
				VBCA	1059042,557	-0,0249	-0,0204	0,0077			
				CONZ	8220864,930	-0,0230	-0,0084	0,0032			
				MEXI	58418,047	0,0954	-0,1567	-0,1265			
				IMBT	4010075,633	0,0156	-0,0159	-0,0062			
				SCCH	3683548,773	0,0148	-0,0171	-0,0062			
				SMAR	3840253,761	0,0149	-0,0193	-0,0101			
				SVIC	3563047,616	0,0150	-0,0191	-0,0082			
				04/04/2010	Baja México	-10	7,2				
				12/08/2010	Equador	-211	7,1				

A fim de associar a instabilidade detectada em pontos da rede geodésica com eventos sísmicos, foram desconsiderados os pontos identificados segundo rejeição da hipótese nula referente ao TCG e cujas localizações se apresentaram distantes dos respectivos hipocentros quando comparados a outras estações cuja hipótese nula foi aceita. Assim, dos 7 eventos seleccionados foram detectados 4 associados a pontos instáveis da rede geodésica, localizados no norte do Chile, Costa Rica, mar Bio-Bio (Chile) e

Baja California (México), datados de 13/6/2005, 8/1/2009, 27/2/2010 e 4/4/2010, respectivamente (Figura 2.4).

Na análise de instabilidade cujas movimentações foram detectadas, percebe-se variações nas componentes vetoriais dos pontos entre 1 cm (ponto ETCG em 8/1/2009) e 3 m (ponto CONZ em 27/2/2010), aproximadamente, conforme Tabela 2.2. Verifica-se que as maiores movimentações ocorreram segundo o evento de magnitude 8,8 e ao analisar eventos de menores magnitudes, não é percebida relação direta com movimentação, uma vez que os eventos datados de 9/10/2004, 26/9/2005 e 12/8/2010, de magnitudes 6,9, 7,5, e 7,1, respectivamente, foram desconsiderados na análise de deformação segundo critério de exclusão adotado.

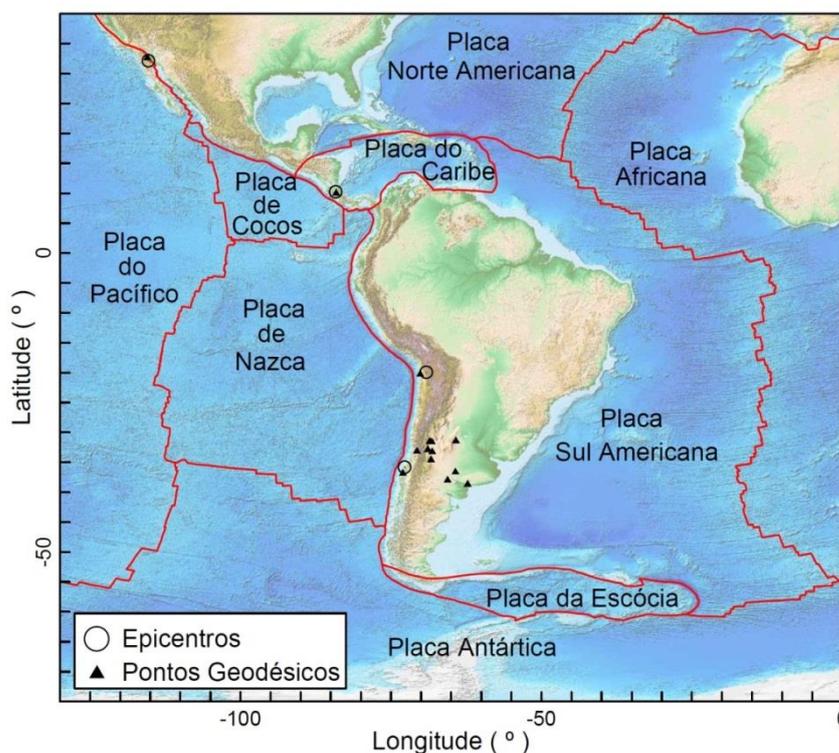


Figura 2.4: Pontos geodésicos instáveis associados a eventos sísmicos.

A determinação da deformação resultante se deu por meio do método dos elementos finitos utilizando para isto redes formadas por pontos considerados instáveis juntamente com pontos vizinhos instáveis ou estáveis conectados aos primeiros pela triangulação de *Delaunay*. A unidade adimensional de medida utilizada para representar as taxas de deformação, em acordo com Deniz & Ozener (2010), foi a micro deformação - μs (10^{-6}).

No evento de 13/6/2005 foi detectada instabilidade na estação denominada IQQE. Esta estação foi conectada aos pontos vizinhos e posteriormente foi calculada a deformação resultante, tanto planimétrica (Figura 2.5a) quanto altimétrica (Figura 2.5b). Os resultados são apresentados nas Tabelas 2.3 e 2.4.

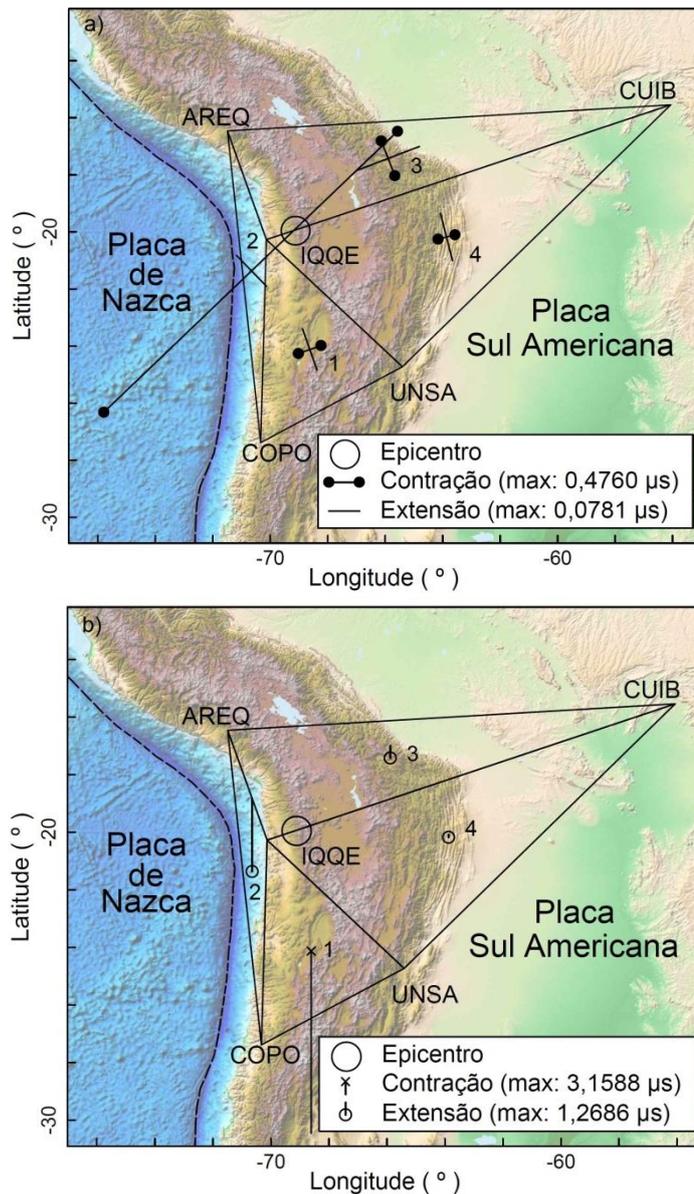


Figura 2.5: a) Componentes principais de deformação na planimetria. b) Componentes principais de deformação na altimetria. Evento sísmico de 13/6/2005.

Tabela 2.3: Componentes principais de deformação na planimetria. Evento sísmico de 13/6/2005.

Redes de Pontos Triangulada	Coordenadas geodésicas do Baricentro de Cada Rede		Análise Planimétrica					
	λ (°)	ϕ (°)	Componentes Principais de Deformação					
			E_1 (μs)	σE_1 (μs)	E_2 (μs)	σE_2 (μs)	β (°)	$\sigma \beta$ (°)
1 IQQE COPO UNSA	-68,625865	-24,128508	0,0506	0,0005	-0,0273	0,0004	-19,442757	0,152235
2 AREQ COPO IQQE	-70,654249	-21,374528	0,0037	0,0004	-0,4760	0,0156	-43,844418	4,818244
3 AREQ IQQE CUIB	-65,898126	-17,431440	0,0781	0,0008	-0,0436	0,0006	68,790853	0,846714
4 IQQE UNSA CUIB	-63,869741	-20,185420	0,0572	0,0003	-0,0208	0,0004	-14,184860	0,132518

Tabela 2.4: Deformações máximas normais e cisalhantes na planimetria e deformações na altimetria. Evento sísmico de 13/6/2005.

Redes de Pontos Triangulada	Análise Planimétrica				Análise Altimétrica	
	Deformações Máxima Normal e Máxima Cisalhante				Deformação Altimétrica	
	E_{inter} (μs)	σE_{inter} (μs)	E_{shear} (μs)	σE_{shear} (μs)	ε_z (μs)	$\sigma \varepsilon_z$ (μs)
1 IQQE COPO UNSA	0,01164	0,00031	0,03892	0,00031	-3,15876	0,03325
2 AREQ COPO IQQE	-0,23618	0,00780	0,23984	0,00780	1,26861	0,01204
3 AREQ IQQE CUIB	0,01722	0,00050	0,06087	0,00050	0,21625	0,00575
4 IQQE UNSA CUIB	0,01820	0,00026	0,03903	0,00026	0,04840	0,00563

Foi possível verificar, pela Figura 2.5a, Tabela 2.3 e Tabela 2.4, que a rede formada pelos pontos AREQ, COPO e IQQE situados na placa litosférica Sul Americana apresenta maiores valores de deformação planimétrica de contração na direção sudoeste, em direção ao Oceano Pacífico e por consequência, em direção à placa litosférica de Nazca. Esta contração é possível de ser detectada também pelas redes formadas pelos pontos IQQE, COPO e UNSA e IQQE, UNSA e CUIB. Já a rede formada pelos pontos AREQ, IQQE e CUIB apresenta extensão para a direção analisada. Sugere-se, portanto, que a placa de Nazca está em subdução por sob a placa Sul Americana, fato que causou alívio de energia, permitindo movimentação do ponto IQQE na direção sudoeste, conforme Figura 2.5a.

A Figura 2.5b e os valores apresentados na Tabela 2.4, diferentemente da análise planimétrica, apresentam maiores valores de contração para a rede formada pelos pontos IQQE, COPO e UNSA. As demais redes formadas apresentam expansão.

No evento de 8/1/2009 foi detectada instabilidade na estação denominada ETCG. Após constituição das redes triangulares e calculadas as

deformações planimétrica (Figura 2.6a) e altimétrica (Figura 2.6b) resultantes (Tabelas 2.5 e 2.6), têm-se os respectivos valores de contração e extensão.

Os pontos utilizados na análise para o referido evento estão situados em regiões litosféricas distintas, sendo o ponto GLPS na placa de Nazca, o ponto GCGT na placa Norte Americana e os pontos MANA, ETCG, DAVI e IGN1 na placa Caribenha.

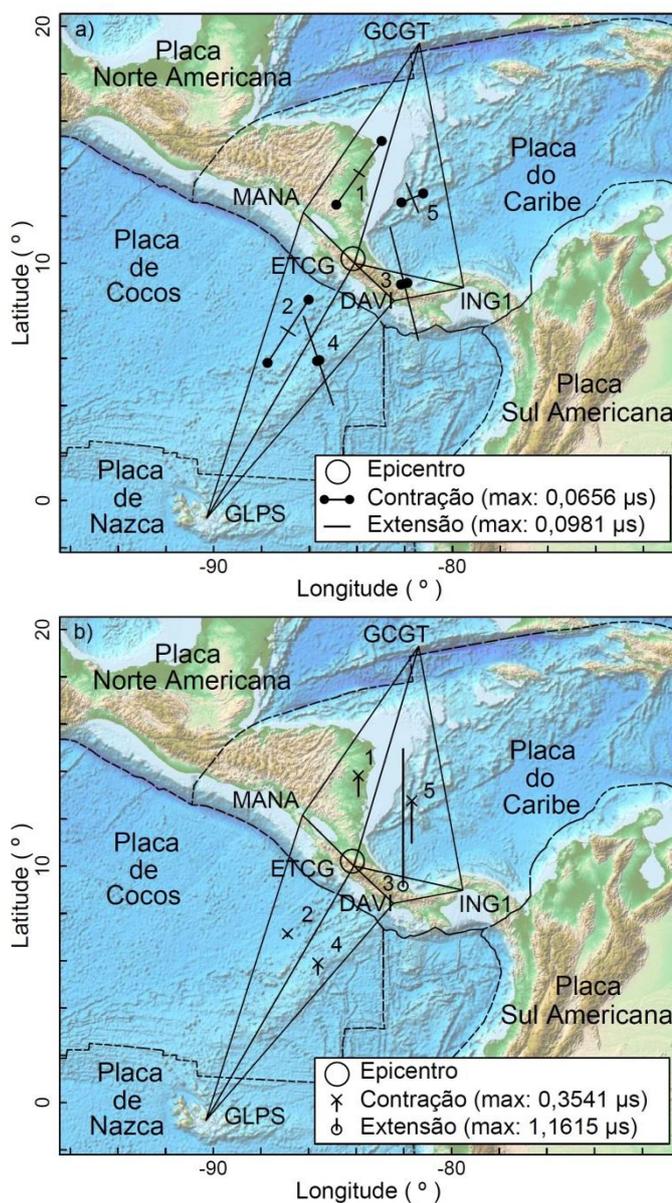


Figura 2.6: a) Componentes principais de deformação na planimetria. b) Componentes principais de deformação na altimetria. Evento sísmico de 8/1/2009.

Tabela 2.5: Componentes principais de deformação na planimetria. Evento sísmico de 8/1/2009.

Redes de Pontos Triangulada	Coordenadas geodésicas do Baricentro de Cada Rede		Análise Planimétrica					
	λ (°)	ϕ (°)	Componentes Principais de Deformação					
			E_1 (μs)	σE_1 (μs)	E_2 (μs)	σE_2 (μs)	β (°)	$\sigma \beta$ (°)
1 GCGT MANA ETCG	-83,911446	13,813790	0,0105	0,0004	-0,0656	0,0003	-54,598655	0,300773
2 MANA GLPS ETCG	-86,886187	7,135141	0,0140	0,0002	-0,0634	0,0003	-57,442997	0,312397
3 DAVI IGN1 ETCG	-82,025152	9,136614	0,0981	0,0013	-0,0057	0,0007	-14,035023	0,226171
4 GLPS DAVI ETCG	-85,614457	5,893985	0,0787	0,0005	-0,0018	0,0002	-18,421354	0,088565
5 IGN1 GCGT ETCG	-81,673700	12,759106	0,0266	0,0002	-0,0200	0,0002	-22,612297	0,176171

Tabela 2.6: Deformações máximas normais e cisalhantes na planimetria e deformações na altimetria. Evento sísmico de 8/1/2009.

Redes de Pontos Triangulada	Análise Planimétrica				Análise Altimétrica	
	Deformações Máxima Normal e Máxima Cisalhante				Deformação Altimétrica	
	E_{inter} (μs)	σE_{inter} (μs)	E_{shear} (μs)	σE_{shear} (μs)	ϵ_z (μs)	$\sigma \epsilon_z$ (μs)
1 GCGT MANA ETCG	-0,0276	0,0002	0,0381	0,0002	-0,1728	0,0090
2 MANA GLPS ETCG	-0,0247	0,0002	0,0387	0,0002	-0,0180	0,0027
3 DAVI IGN1 ETCG	0,0462	0,0008	0,0519	0,0008	1,1615	0,0781
4 GLPS DAVI ETCG	0,0385	0,0003	0,0402	0,0003	-0,0958	0,0060
5 IGN1 GCGT ETCG	0,0033	0,0002	0,0233	0,0002	-0,3541	0,0101

A rede formada entre os pontos GCGT, MANA e ETCG apresentou maiores valores de deformação planimétrica com base nos componentes principais de deformação (Tabela 2.5), porém, analisando as deformações máximas normais e cisalhantes e também os componentes principais de deformação altimétrica (Tabela 2.6), percebe-se que a rede formada pelos pontos DAVI, IGN1 e ETCG apresenta-se mais deformada ou expandida. A contração das redes possui predominância na direção nordeste, enquanto a expansão é predominante na direção sudeste. Desta forma, pode-se verificar que a placa Caribenha foi comprimida pelas placas Norte Americana e Nazca, na direção nordeste, e também foi expandida a sudeste em direção à placa Sul Americana.

Dado o evento sísmico de magnitude 8,8 e profundidade de 35 km, ocorrido no Chile em 27/2/2010, conforme Tabela 2.2, foram detectadas instabilidades em 11 pontos geodésicos que, conforme Figura 2.7a e Figura 2.7b, abrangem uma área da crosta continental da placa litosférica Sul

Americana, do Oceano Pacífico ao Atlântico. Maiores deformações foram verificadas próximas ao epicentro e menores em pontos mais distantes, conforme movimentos mostrados na Tabela 2.2 e deformações mostradas na Figura 2.7a, Figura 2.7b, Tabela 2.7 e Tabela 2.8.

De acordo com Figura 2.7a e Tabela 2.7, foi verificado que a rede formada pelos pontos GLPS, ESQU e CONZ localizados nas placas de Nazca e Sul Americana apresenta maiores valores de contração. A constatação sugere que a placa de Nazca está em subdução por sob a placa Sul Americana, fato que causou alívio de energia, permitindo movimentação do ponto CONZ na direção sudoeste. Outra rede dada pelos pontos CALL CONZ e GLPS, com pontos em duas placas distintas, apresenta expansão também na direção sudoeste, sendo esta, portanto, influenciada pela primeira rede analisada.

As demais redes formadas, localizadas na placa Sul Americana, apresentaram deformações de extensão predominantemente na direção norte e sudoeste (Figura 2.7a e Figura 2.7c). O fato sugere o afastamento dos pontos das redes analisadas e, por consequência, a distensão da crosta continental Sul Americana de forma variável, segundo valores apresentados nas Tabelas 2.7 e 2.8.

A deformação altimétrica da rede se deu em forma de contração, em maior quantidade para a rede formada pelos pontos LHCL, CONZ e ESQU, localizada na placa Sul Americana. Outras redes formadas variaram entre contração e extensão, como pode ser verificado nas Figura 2.7b, Figura 2.7c e Tabela 2.8.

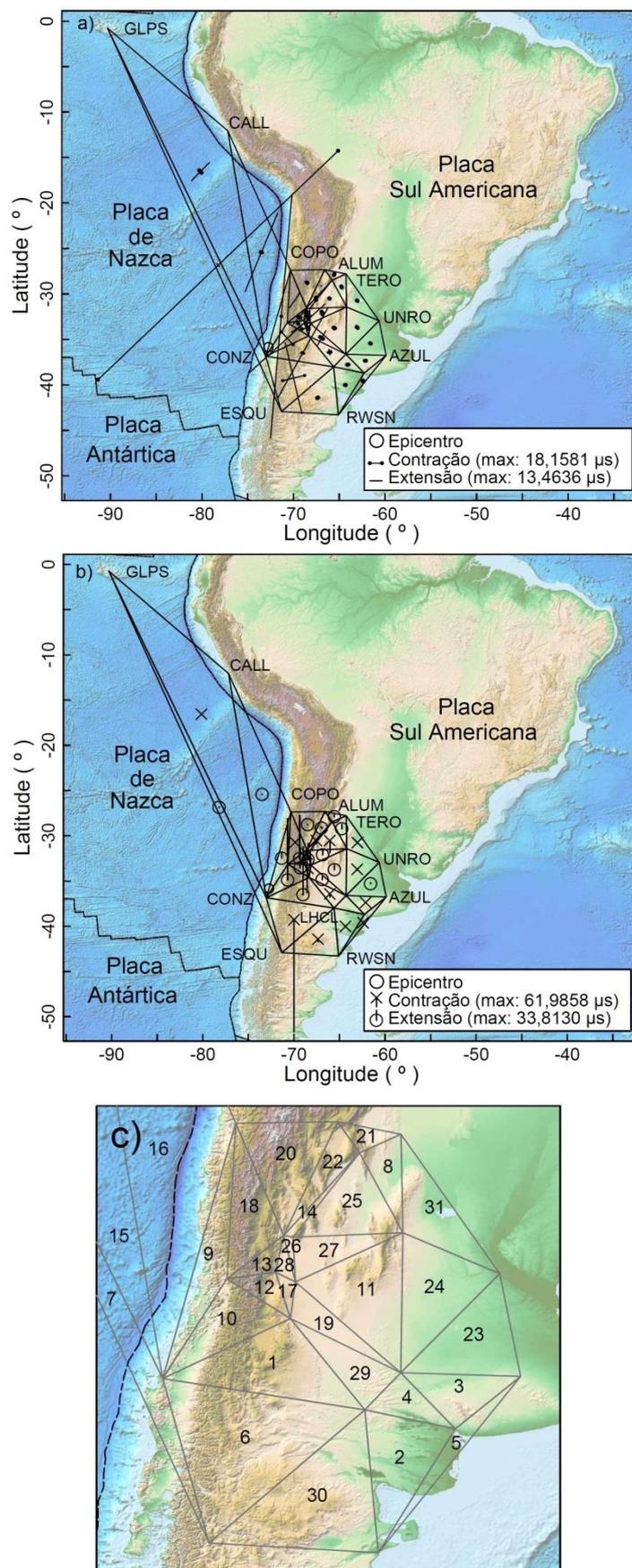


Figura 2.7: a) Componentes principais de deformação na planimetria. b) Componentes principais de deformação na altimetria. c) Números identificadores das redes de pontos trianguladas, conforme Tabelas 2.7 e 2.8. Evento Sísmico de 27/2/2010.

Tabela 2.7: Componentes principais de deformação na planimetria. Evento Sísmico de 27/2/2010.

Redes de Pontos Triangulada	Coordenadas geodésicas do Baricentro de Cada Rede		Análise Planimétrica						
	λ (°)	ϕ (°)	Componentes Principais de Deformação						
			E_1 (μs)	σE_1 (μs)	E_2 (μs)	σE_2 (μs)	β (°)	$\sigma \beta$ (°)	
1	MZAS CONZ LHCL	-68,98508	-36,48710	5,7158	0,0002	-0,0714	0,0007	28,88128	0,00659
2	LHCL RWSN VBCA	-64,32390	-40,00076	0,1220	0,0009	-0,0152	0,0011	-16,65804	0,34390
3	VBCA AZUL SRLP	-62,14363	-37,36309	0,0891	0,0007	-0,0306	0,0012	-12,49253	0,26896
4	LHCL VBCA SRLP	-64,04829	-37,77497	0,1196	0,0008	-0,0471	0,0015	-10,59190	0,30070
5	RWSN AZUL VBCA	-62,41925	-39,58889	0,1740	0,0337	-0,0153	0,0008	-16,87382	2,47303
6	LHCL CONZ ESQU	-69,98137	-39,25451	3,9955	0,0003	-1,2228	0,0003	-13,29736	0,00192
7	GLPS ESQU CONZ	-78,21751	-26,83462	0,2250	0,0001	-18,1581	0,0060	-43,74074	0,03282
8	UCOR TERO CATA	-64,74146	-29,23169	0,0167	0,0007	-0,0377	0,0019	57,98239	10,18301
9	COPO CONZ SANT	-71,34408	-32,45952	13,4636	0,0057	-0,0023	0,0008	5,07295	0,00916
10	CONZ MZAS SANT	-70,67618	-34,86965	5,5829	0,0003	-0,9634	0,0007	47,68632	0,01080
11	UCOR MZAE SRLP	-65,54132	-33,77043	0,2174	0,0004	-0,0547	0,0005	27,08625	0,22367
12	MZAC SANT MZAS	-69,29288	-33,55344	1,1564	0,0011	-0,3612	0,0008	53,75342	0,09722
13	MZAC UNSJ SANT	-69,37372	-32,52889	1,0549	0,0006	-0,1441	0,0029	38,95191	0,21944
14	CATA UNSJ CFAG	-67,52794	-30,53813	0,0752	0,0029	-0,1116	0,0081	84,58798	8,56296
15	CONZ CALL GLPS	-80,15949	-16,54987	1,4244	0,0004	-0,1954	0,0000	44,16013	0,01307
16	CONZ COPO CALL	-73,50434	-25,43038	4,6471	0,0011	-0,0424	0,0001	22,34277	0,00420
17	MZAE MZAC MZAS	-68,45338	-33,58829	0,5938	0,0058	-0,2922	0,0015	59,69914	0,53699
18	SANT UNSJ COPO	-69,86128	-30,69202	1,0249	0,0009	0,0040	0,0008	34,23139	0,08229
19	MZAE MZAS SRLP	-66,92166	-34,83041	0,9063	0,0036	-0,1802	0,0011	29,90174	0,22395
20	COPO UNSJ ALUM	-68,50397	-28,74973	0,0505	0,0004	-0,0286	0,0006	40,61915	1,33287
21	ALUM CATA TERO	-65,54251	-27,86118	0,0185	0,0026	-0,0173	0,0012	-21,38944	1,45746
22	ALUM UNSJ CATA	-66,98260	-29,11188	0,0688	0,0016	0,0165	0,0021	26,83629	2,15489
23	AZUL UNRO SRLP	-61,59670	-35,44929	0,0873	0,0006	-0,0213	0,0007	7,71299	0,51099
24	SRLP UNRO UCOR	-63,03411	-33,67193	0,0544	0,0007	-0,0420	0,0006	56,52618	1,21888
25	CATA CFAG UCOR	-66,06675	-30,50270	0,0704	0,0006	-0,0144	0,0008	56,37083	1,21743
26	UNSJ MZAC CFAG	-68,56176	-32,01285	0,3859	0,0026	-0,1910	0,0069	66,82927	1,66778
27	CFAG MZAE UCOR	-66,85873	-32,09732	0,2743	0,0007	-0,1486	0,0012	71,35715	0,37867
28	CFAG MZAC MZAE	-68,41942	-32,58405	0,5037	0,0029	-0,1399	0,0020	59,06818	0,46490
29	MZAS LHCL SRLP	-66,07005	-36,41302	0,3208	0,0012	-0,1097	0,0012	-10,21308	0,09475
30	ESQU RWSN LHCL	-67,34196	-41,40621	0,0347	0,0016	-0,0429	0,0005	-26,30600	0,32059
31	UCOR UNRO TERO	-63,02623	-30,72781	0,0587	0,0020	-0,0110	0,0004	53,97299	2,01523

Tabela 2.8: Deformações máximas normais e cisalhantes na planimetria e deformações na altimetria. Evento Sísmico de 27/2/2010.

Redes de Pontos Triangulada	Análise Planimétrica				Análise Altimétrica		
	Deformações Máxima Normal e Máxima Cisalhante				Deformação Altimétrica		
	E_{inter} (μs)	σE_{inter} (μs)	E_{shear} (μs)	σE_{shear} (μs)	ϵ_z (μs)	$\sigma \epsilon_z$ (μs)	
1	MZAS CONZ LHCL	2,8222	0,0004	2,8936	0,0004	26,2376	0,0249
2	LHCL RWSN VBCA	0,0534	0,0007	0,0686	0,0007	-0,5058	0,0786
3	VBCA AZUL SRLP	0,0292	0,0007	0,0599	0,0007	-0,0797	0,1295
4	LHCL VBCA SRLP	0,0363	0,0008	0,0834	0,0008	1,2064	0,1321
5	RWSN AZUL VBCA	0,0793	0,0168	0,0947	0,0168	-0,1499	0,0213
6	LHCL CONZ ESQU	1,3863	0,0002	2,6091	0,0002	-61,9858	0,0720
7	GLPS ESQU CONZ	-8,9665	0,0030	9,1915	0,0030	0,0956	0,0002
8	UCOR TERO CATA	-0,0105	0,0010	0,0272	0,0010	2,4934	0,0670
9	COPO CONZ SANT	6,7306	0,0029	6,7329	0,0029	3,4313	0,0061
10	CONZ MZAS SANT	2,3097	0,0004	3,2731	0,0004	33,8130	0,0275
11	UCOR MZAE SRLP	0,0814	0,0003	0,1360	0,0003	2,8676	0,0570
12	MZAC SANT MZAS	0,3976	0,0007	0,7588	0,0007	10,9284	0,1267
13	MZAC UNSJ SANT	0,4554	0,0015	0,5995	0,0015	24,0535	0,1178
14	CATA UNSJ CFAG	-0,0182	0,0043	0,0934	0,0043	-1,5900	0,0543
15	CONZ CALL GLPS	0,6145	0,0002	0,8099	0,0002	-0,1707	0,0005
16	CONZ COPO CALL	2,3024	0,0006	2,3448	0,0006	0,1864	0,0013
17	MZAE MZAC MZAS	0,1508	0,0030	0,4430	0,0030	-2,4171	0,2556
18	SANT UNSJ COPO	0,5144	0,0006	0,5105	0,0006	-0,3131	0,0263
19	MZAE MZAS SRLP	0,3630	0,0019	0,5433	0,0019	1,4816	0,0392
20	COPO UNSJ ALUM	0,0109	0,0004	0,0396	0,0004	0,0090	0,0526
21	ALUM CATA TERO	0,0006	0,0014	0,0179	0,0014	1,9775	0,0946
22	ALUM UNSJ CATA	0,0426	0,0013	0,0261	0,0013	0,5050	0,0395
23	AZUL UNRO SRLP	0,0330	0,0005	0,0543	0,0005	0,7016	0,0795
24	SRLP UNRO UCOR	0,0062	0,0005	0,0482	0,0005	-0,7269	0,0539
25	CATA CFAG UCOR	0,0280	0,0005	0,0424	0,0005	-6,8660	0,2296
26	UNSJ MZAC CFAG	0,0975	0,0037	0,2885	0,0037	-21,0583	0,4244
27	CFAG MZAE UCOR	0,0629	0,0007	0,2114	0,0007	2,7556	0,0452
28	CFAG MZAC MZAE	0,1819	0,0018	0,3218	0,0018	8,9166	0,2296
29	MZAS LHCL SRLP	0,1056	0,0009	0,2153	0,0009	-1,6950	0,0573
30	ESQU RWSN LHCL	-0,0041	0,0008	0,0388	0,0008	-1,4416	0,0715
31	UCOR UNRO TERO	0,0239	0,0010	0,0348	0,0010	-0,3699	0,0226

No evento de 4/4/2010 ocorreu sismo de magnitude 7,2 a 10 km de profundidade, cujo epicentro foi detectado no México. Neste evento foi considerado instável o ponto geodésico MEXI.

Segundo a Figura 2.8a, Tabela 2.9 e Tabela 2.10, a rede formada pelos pontos geodésicos GOLD, MEXI e PIE1 apresentou os maiores valores de

extensão. Quando comparada com outras redes, pode-se verificar que esta apresenta extensão na direção sudeste e contração na direção noroeste.

Todas as redes formadas estão localizadas tanto na placa litosférica Norte Americana (Gorda Califórnia – orogênese de Nevada; Bird, 2003) quanto do Pacífico. Com isto, com base na Figura 2.8a, pode-se sugerir que houve contração planimétrica entre elas e que, segundo Heidbach *et al.*, 2009, a área está no limite do regime de esforço.

Na análise de deformação altimétrica foi verificada grande contração na rede formada pelos pontos MEXI, HER2 e PIE1, conforme Figura 2.8b, cujos valores foram dados na Tabela 2.10.

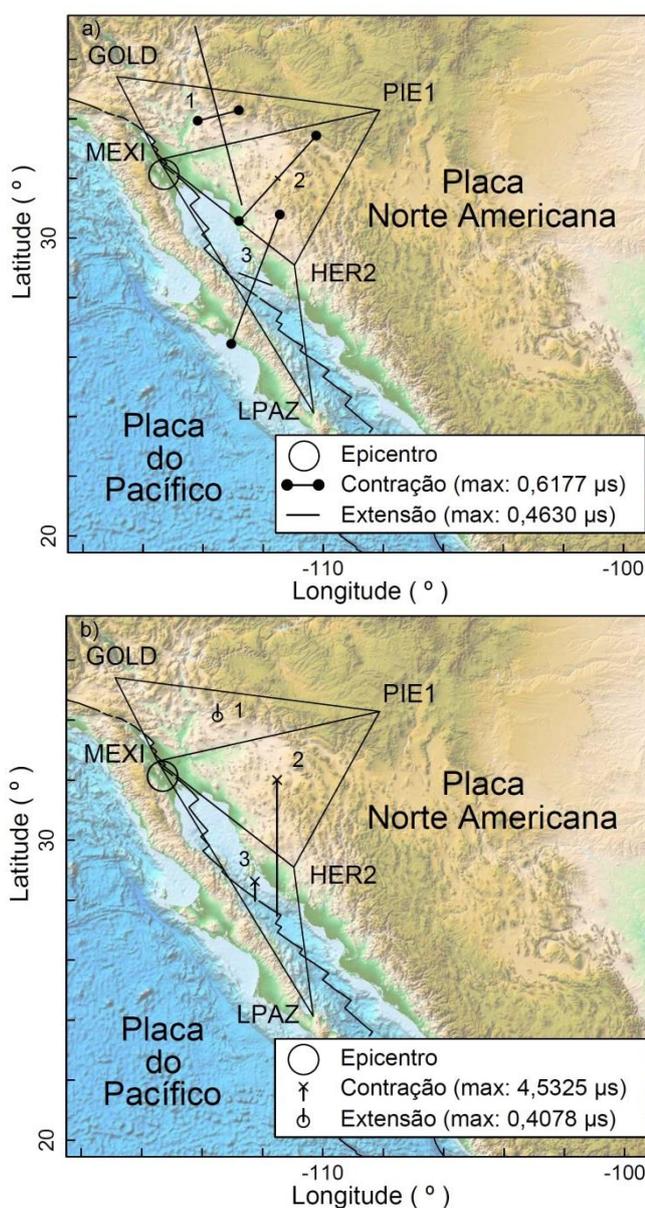


Figura 2.8: a) Componentes principais de deformação na planimetria. b) Componentes principais de deformação na altimetria. Evento sísmico de 4/4/2010.

Tabela 2.9: Componentes principais de deformação na planimetria. Evento sísmico de 4/4/2010.

Redes de Pontos Triangulada	Coordenadas geodésicas do Baricentro de Cada Rede		Análise Planimétrica					
	λ (°)	ϕ (°)	Componentes Principais de Deformação					
			E_1 (μ s)	σE_1 (μ s)	E_2 (μ s)	σE_2 (μ s)	β (°)	$\sigma \beta$ (°)
1 GOLD MEXI PIE1	-113,49463	34,11988	0,6177	0,0008	-0,1401	0,0003	-14,586696	0,016766
2 MEXI HER2 PIE1	-111,52062	32,00901	0,0205	0,0002	-0,3846	0,0005	-48,205163	0,077942
3 MEXI LPAZ HER2	-112,25409	28,62145	0,1179	0,0018	-0,4630	0,0016	-69,594838	0,503314

Tabela 2.10: Deformações máximas normais e cisalhantes na planimetria e deformações na altimetria. Evento sísmico de 4/4/2010.

Redes de Pontos Triangulada	Análise Planimétrica				Análise Altimétrica	
	Deformações Máxima Normal e Máxima Cisalhante				Deformação Altimétrica	
	E_{inter} (μ s)	σE_{inter} (μ s)	E_{shear} (μ s)	σE_{shear} (μ s)	ε_z (μ s)	$\sigma \varepsilon_z$ (μ s)
1 GOLD MEXI PIE1	0,2388	0,0004	0,3789	0,0004	0,4078	0,0116
2 MEXI HER2 PIE1	-0,1821	0,0003	0,2025	0,0003	-4,5325	0,0675
3 MEXI LPAZ HER2	-0,1725	0,0012	0,2905	0,0012	-0,6388	0,0098

2.8 Conclusão

Foi possível, com este trabalho, associar a instabilidade de pontos da rede geodésica SIRGAS-CON com eventos sísmicos e determinar as taxas de deformação para períodos pré- e pós-sísmicos, considerando cada rede triangular formada para análise como corpo sólido homogêneo.

O cálculo das deformações e verificação dos resultados permitiram analisar as interações entre placas litosféricas a partir das direções de contração e extensão entre pontos localizados em placas distintas.

Apesar da associação realizada entre eventos sísmicos e deformação de rede geodésica, não foi encontrada correlação entre magnitude, distância epicentral e instabilidade de pontos geodésicos. A constatação pode ser confirmada pela exclusão dos eventos localizados na Nicarágua (magnitude 6,9), Peru (magnitude 7,5) e Equador (magnitude 7,1). Em contrapartida, foi verificado que eventos de maior magnitude proporcionam maiores movimentações de pontos da rede, como o evento do Chile em 27/02/2010 (magnitude 8,8) em comparação com os demais.

3 ESTIMATIVA DA TAXA DE DEFORMAÇÃO DA REGIÃO INTRAPLACA SUL AMERICANA POR OBSERVAÇÕES GEODÉSICAS NA REDE SIRGAS-CON

Artigo intitulado “**Strain rate of South American lithospheric plate by SIRGAS-CON geodetic observations**” submetido ao Journal of South American Earth Sciences, na versão original em língua inglesa.

Giuliano Sant’Anna Marotta^{1,2}

George Sand França^{1,2}

João Francisco Galera Monico³

Reinhardt Adolfo Fuck²

1 Observatório Sismológico

2 Laboratório de Geocronologia

1,2 Instituto de Geociências

Universidade de Brasília

Campus Universitário Darcy Ribeiro – Brasília – DF

3 Departamento de Cartografia

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Rua Roberto Simonsen 305, Centro Educacional, Presidente Prudente – SP

Resumo

Por meio de uma solução multianual da rede SIRGAS-CON, foram investigadas as taxas de deformação da superfície terrestre estimadas a partir das variações de direção dos vetores de velocidade de 140 pontos geodésicos localizados na placa Sul Americana. A determinação da taxa de deformação foi baseada no método dos elementos finitos utilizando pontos definidos pela triangulação *Delaunay* formando sub-redes, sendo que cada uma das sub-redes foi considerada como um corpo sólido e homogêneo. Os resultados mostraram que existem diferenças de taxa de deformação ao longo da placa Sul Americana. Na porção oeste da placa a deformação se apresentou mais

significativa como esperado, pois a região está próxima à zona de subducção da placa de Nazca sob a placa Sul Americana. Com a utilização dos vetores de Euler para inferir o movimento da placa de Nazca, foi possível, após orientar os vetores de velocidade da placa Sul Americana, estimar as taxas de convergência da placa de Nazca e a taxa absorvida pela placa Sul Americana. Com a estimativa das taxas de deformação, foram identificadas regiões com predominância de contração e extensão, sendo as de contração coincidentes com locais onde ocorre a maioria dos eventos sísmicos de maior magnitude. Foram encontradas, no interior da placa Sul Americana à leste, algumas áreas com deformação de extensão e contração, que podem ser decorrentes das diferenças de esforços associados com diferentes características geológicas. Foi possível sugerir que: próximo à placa de Nazca os maiores movimentos detectados na superfície ocorrem em regiões de estruturas geológicas mais heterogêneas e de múltiplos eventos de ruptura; grande parte dos eventos sísmicos na placa Sul Americana está concentrada em áreas com taxas de deformação predominantemente por contração orientada para nordeste-sudoeste; quantidades significativas de deformação elástica podem ser acumuladas em estruturas geológicas longe do limite de falhas da placa e; o comportamento das contrações e extensões é semelhante às encontradas por diferentes pesquisas envolvendo estudos sismológicos.

Palavras chave: América do Sul; deformações da superfície; placas litosféricas; rede geodésica.

3.1 Introdução

A maioria dos modelos de campo de esforços atuantes na placa Sul Americana sugere a presença de esforços formados predominantemente pela compressão da dorsal meso-atlântica, colisão com a placa de Nazca, variações de densidade intraplaca, arraste ou resistência basal exercida pela astenosfera e atrito interno associado a falhas.

Segundo Lima (2000), a placa Sul Americana está em compressão horizontal e encurtamento, que podem ser demonstrados por compilação de dados de esforços, modelos numéricos de campo de esforços intraplaca e resultados baseados em observações geodésicas. Norabuena *et al.* (1998) e

Cretaux *et al.* (1998) relatam, com base no processamento de 3 anos de dados GPS, SLR e DORIS coletados nos anos de 1994, 1995 e 1996, que cerca de 10 a 15 mm por ano de encurtamento crustal ocorrem no interior da placa Sul Americana, indicando que os Andes continuam em constante formação. A formação pode ser também verificada, segundo Norabuena *et al.* (1998), pela existência de altos picos de montanhas e vulcões nos Andes e pelos grandes terremotos ao longo da costa oeste Sul Americana, que são manifestações claras da convergência da placa de Nazca sob a Sul Americana, com aproximadamente 500 a 1000 km de largura na qual vários modelos de deformação têm um importante papel no estudo da evolução tectônica.

Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos no sentido de analisar esforços e deformações provenientes do acúmulo e liberação de energia provocados por forças naturais que atuam na litosfera, localizadas no interior, ou em limites de placas litosféricas.

Assumpção (1992) apresentou compilação de esforços litosféricos para a região Sul Americana e os principais padrões de campo de esforço inferidos da região intraplaca. Orientações de esforços foram baseadas principalmente em mecanismos focais de terremoto e inversão de deslizamento de falha, permitindo sugerir que forças de contato com a placa de Nazca podem não ser os únicos contribuintes importantes para a região intraplaca no oeste da América do Sul. Coblentz & Richardson (1996) desenvolveram modelo para descrever o estado de esforços da placa Sul Americana em que demonstram que o campo de tensão intraplaca predito é caracterizado por orientação quase uniforme na direção leste-oeste na maior parte das regiões da placa e que perturbações significativas deste campo de tensões ocorrem na parte ocidental da placa em resposta às forças associadas com a alta topografia dos Andes. Norabuena *et al.* (1998) estudaram a zona de fronteira convergente entre as placas oceânica de Nazca e continental da América do Sul, no Peru e na Bolívia, usando a combinação de várias técnicas de geodésia espacial como GPS, SLR e DORIS na determinação de taxas e direções de movimento das Placas. Relataram que cerca de metade da convergência total, de 30 a 40 mm por ano, é acumulada na interface das placas, podendo ser liberada em futuros terremotos. Ao integrar as deformações globais estimadas na região de fronteira de placas litosféricas com a modelagem tradicional de velocidades angulares de placas rígidas, Kreemer *et al.* (2003) obtiveram um modelo que

confirmou correlação global entre taxas de sismicidade e taxas de movimentos tectônicos ao longo zonas de subducção e em zonas de deformação continental, incluindo a placa Sul Americana. Ruegg *et al.* (2009) analisaram o acúmulo de tensão inter-sísmica medido por GPS na lacuna sísmica, no Chile, e verificaram que a deformação da superfície ao sul da região compreendida por *Concepción* e *Constitución* é consistente com o carregamento elástico na interface de subducção em profundidade. Vigny *et al.* (2009) mostraram que, em uma área analisada no Chile, parte da taxa de convergência total entre as placas Nazca e América do Sul dá lugar a acumulação de deformação elástica na placa superior e parte é dissipada por deslizamento livre ou não sísmico.

Em nível global pode-se citar inúmeros trabalhos envolvendo análise de deformação ocorrida na superfície terrestre para o entendimento da dinâmica relativa aos esforços aplicados em regiões intraplaca.

Li *et al.* (2001) estabeleceram um modelo de movimento rígido e elástico-plástico e tensão em 8 blocos intraplaca na China e áreas periféricas, que se apresentou consistente com os parâmetros de tensão obtidos por métodos de geologia e geofísica. Calais *et al.* (2006) combinaram soluções geodésicas independentes, utilizando dados de estações contínuas GPS na região central e leste dos EUA e mostraram que a deformação e o componente de tensão da superfície no interior da placa Norte Americana é qualitativamente consistente com o esperado a partir do GIA. Mostraram também, ao nível de confiança de 95%, que não foi encontrado movimento residual detectável na zona sísmica de Nova Madri. Cloetingh *et al.* (2006) combinaram dados de sismicidade e indicadores de tensão com observações geodésicas e geomorfológicas para demonstrar que a deformação do norte alpino ainda está em curso e vai continuar no futuro. Banerjee *et al.* (2008) analisaram três dos maiores terremotos intraplaca (Magnitude > 7,5) históricos que ocorreram no subcontinente indiano onde, considerando velocidades de superfície determinadas a partir de dados GPS, sugeriram a possibilidade de deformação significativa intraplaca com uma taxa de encurtamento de norte a sul de $0,3 \pm 0,05$ nano-deformação (10^{-9}) por ano. Movimentos em direção ao sul de 4 a 7 mm/ano localizados sobre o planalto de *Shillong*, no nordeste da Índia, refletem encurtamento rápido e perigo de grande terremoto associado com falhas de empurrão ativas que limitam o planalto.

Tratando-se de forças atuantes em placas litosféricas, entende-se que o estudo de esforços e deformações continua a ser assunto pendente de compreensão e que por isto necessita ser continuamente aprofundado.

O objetivo deste trabalho é estimar as taxas de deformação na superfície terrestre da placa Sul Americana, por meio de vetores de velocidade determinados por métodos de posicionamento GNSS em parte de uma rede geodésica de monitoramento contínuo, denominada SIRGAS-CON, e buscar o entendimento destas taxas de deformação com os esforços a que a placa está submetida.

3.2 Área de Estudos

A área de estudos, apresentada na Figura 3.1, engloba toda a região compreendida pela rede SIRGAS-CON contida na placa Sul Americana.

A referida rede é a base para o SIRGAS, cuja definição segue o IERS ITRS e sua realização é compatível com o ITRF. É baseada na contribuição de mais de 50 organizações voluntárias da América Latina, que implantam, operam e voluntariamente fornecem os dados para processamento. Abrange cerca de 250 receptores GNSS de operação contínua (48 deles pertencentes à rede global IGS) distribuídos pelas Américas, Caribe e Antártica, situados nas placas da América do Sul e do Norte, Antártica, Nazca, Cocos e Caribe. Os Centros de Processamento SIRGAS locais processam sub-redes que compõem o SIRGAS-CON e o DGFI processa uma rede núcleo, adensamento primário do ITRF na América Latina, formando soluções semanais. Os Centros de Combinação SIRGAS, formados pelo DGFI e IBGE, combinam todas as soluções semanais visando obter precisão homogênea para as posições. Uma solução multianual é então estimada para cada estação, onde posições e velocidades das estações são obtidas em nível continental (Marotta *et al.*, 2013).

A solução multianual utilizada forneceu para as estações referidas ao ITRF2008 na época 2005,0, coordenadas com precisões horizontal e vertical na ordem de 1,0 mm e 2,4 mm e velocidades constantes com precisões horizontal e vertical de 0,7 mm/ano e 1,1 mm/ano, respectivamente. O controle de qualidade dos dados seguiu a estratégia de processamento e combinação das soluções descrita por Sánchez & Seitz (2011).

Alguns estudos envolvendo a rede SIRGAS-CON buscaram a determinação de deslocamentos na área de estudos. Costa *et al.* (2009) determinaram os vetores de velocidade de deslocamento das Placas por meio de processamento de dados da rede SIRGAS-CON. Silva *et al.* (2010), utilizando informações da mesma rede, realizaram estudo de determinação do deslocamento das estações em função do terremoto ocorrido no Chile, em 27 de fevereiro de 2010. Como resultado, foram verificados deslocamentos que variam de 3,3 cm a 297,8 cm a distâncias epicentrais de até 1000 km. Após estudo da rede SIRGAS-CON entre 2000 e 2011, Sánchez & Seitz (2011) e Marotta *et al.* (2013) analisaram o impacto de eventos sísmicos no SIRGAS.

Para estimativa das taxas de deformação decorrentes de esforços aplicados na placa Sul Americana, os vetores de velocidade selecionados provenientes da solução multianual SIRGAS foram primeiramente analisados em busca de entender o comportamento associado com as placas vizinhas.

A seleção dos vetores de velocidade se deu a partir da seleção de estações e épocas em que as séries temporais de coordenadas estimadas não apresentavam problemas de salto, como os ocasionados por terremotos de grande magnitude e mudança de antenas de estações GNSS. Em função disto e com o fato de que a rede SIRGAS-CON foi densificada pela implantação de novas estações em diferentes épocas, estas estações tiveram suas velocidades estimadas em diferentes intervalos de tempo entre os anos de 2000 e 2012. Neste trabalho, foram utilizadas estações com o mínimo de 2 anos de dados contínuos.

Utilizando valores de coordenadas e velocidades das estações de uma solução multianual com suas respectivas precisões, originalmente no sistema cartesiano geocêntrico tridimensional (X, Y, Z) , houve a necessidade da transformação para o sistema geodésico geocêntrico (λ, ϕ, h) e deste para o sistema geodésico local (x, y, z) . Monico (2008) apresenta os modelos utilizados nas transformações entre sistemas.

Na estimativa das deformações, as coordenadas no sistema geodésico geocêntrico foram utilizadas tanto para formação de conexões triangulares entre os pontos geodésicos, utilizando a triangulação de *Delaunay* (Figura 3.1), quanto para definição das origens no sistema geodésico local dado pela posição do baricentro de cada triângulo.

Definidos origem e pontos que compõem cada triângulo aqui chamado de rede, foram calculadas suas coordenadas tridimensionais no sistema geodésico local.

Devido à distribuição dos pontos da rede, a distância média de cada lado do triângulo é de 426 km, com variações que vão de 77 km a 1239 km.

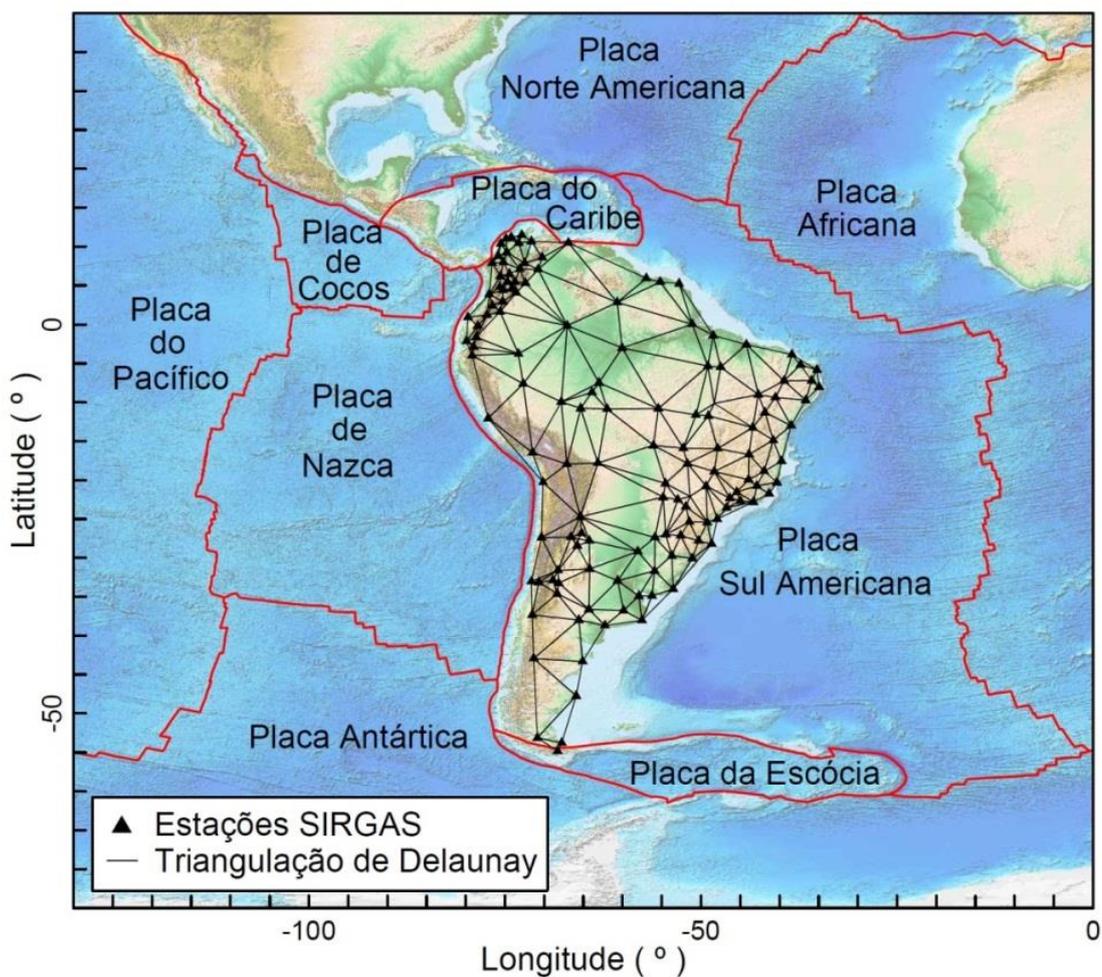


Figura 3.1: Pontos da rede SIRGAS-CON, contidos na placa Sul Americana, ligados pela triangulação de *Delaunay*.

3.3 Deformação planimétrica resultante para rede geodésica

Turcotte & Schubert (2002) demonstram que componentes de tensão podem ser definidas em qualquer ponto de um material. Visando ilustrar esse procedimento, considera-se um pequeno plano com dimensões definidas e orientadas de acordo com um sistema cartesiano de coordenadas. Nesta secção ou plano, considera-se um estado bidimensional de esforço, sendo

este, orientado no sentido de que não existem forças de superfície na direção z.

Neste sentido, uma vez considerado o plano no estado bidimensional de esforço, o método apresentado e utilizado na determinação de deformação foi o método dos Elementos Finitos. Segundo Deniz & Ozener (2010), este método apresenta-se como a forma adequada para determinar os parâmetros de deformação independentes do datum, utilizando para isto a relação de distância entre pontos ou de linhas de base, para duas épocas distintas. Desta forma, o modelo de deformação não considera as translações de uma dada rede, mas somente as deformações.

A expressão linear para determinação da taxa de deformação de uma linha de base em uma rede é dada por:

$$\dot{\epsilon} = [(S' - S)/(\Delta t \cdot S)] \quad (3.1)$$

onde S e S' representam as distâncias planimétricas entre dois pontos da rede nas épocas 1 e 2, respectivamente. Δt representa o intervalo de tempo de um ano entre as épocas 1 e 2. Na determinação de S', foram utilizadas coordenadas na época 2, estimadas a partir de valores de coordenadas e vetores de velocidade de cada ponto na época 1.

No método dos Elementos Finitos, a determinação das taxas de deformação foi feita para cada região plana formada, referente a cada triângulo plano definido pela triangulação de *Delaunay*.

Como a rede geodésica analisada foi formada por triângulos devidamente orientados, utilizou-se uma equação geral (Equação 3.2) para determinação da taxa de deformação no estado bidimensional em função das componentes de deformação ($e_{xx}^{\dot{}}$, $e_{xy}^{\dot{}}$, $e_{yy}^{\dot{}}$) e dos azimutes (Az) calculados para cada distância planimétrica determinada entre dois pontos da rede.

$$\dot{\epsilon} = e_{xx}^{\dot{}} \cdot \cos^2 Az + e_{xy}^{\dot{}} \cdot \sen(2 \cdot Az) + e_{yy}^{\dot{}} \cdot \sen^2 Az \quad (3.2)$$

A Equação 3.2 é apresentada por Turcotte & Schubert (2002), Deniz & Ozener (2010) e Marotta *et al.* (2013), para cálculo de deformação.

Uma vez determinados os parâmetros de deformação, foram calculadas, para cada plano formado pelas componentes vetoriais das coordenadas, as

taxas de deformação principal máxima (\dot{E}_1) e mínima (\dot{E}_2), juntamente com sua orientação (β). Foi possível também determinar a taxa de dilatação (\dot{D}) que, diferentemente dos parâmetros de deformação, demonstram as regiões com predominância de contração ou extensão.

$$\dot{D} = (\dot{e}_{xx} + \dot{e}_{yy}) \quad (3.3)$$

$$\dot{E}_1 = 0,5 \cdot \left[(\dot{e}_{xx} + \dot{e}_{yy}) + \sqrt{(\dot{e}_{xx} - \dot{e}_{yy})^2 + (2 \cdot \dot{e}_{xy})^2} \right] \quad (3.4)$$

$$\dot{E}_2 = 0,5 \cdot \left[(\dot{e}_{xx} + \dot{e}_{yy}) - \sqrt{(\dot{e}_{xx} - \dot{e}_{yy})^2 + (2 \cdot \dot{e}_{xy})^2} \right] \quad (3.5)$$

$$\beta = \arctan[\dot{e}_{xy}/(\dot{E}_1 - \dot{e}_{xy})] \quad (3.6)$$

Com a finalidade de determinar a precisão em todas as etapas de cálculo, foi utilizada a Lei de Propagação de Covariâncias que, admitindo um dado modelo generalizado $Y = F(X)$, tem-se (Gemael, 1994):

$$C_Y = J \cdot C_X \cdot J^T \quad (3.7)$$

sendo C_Y a matriz variância-covariância de Y , J a matriz jacobiana formada pelas derivadas parciais, J^T a matriz jacobiana transposta e C_X a matriz variância-covariância de X .

3.4 Resultados e Discussão

Os vetores de velocidade planimétrica dos 140 pontos geodésicos selecionados em toda a placa Sul Americana são mostrados na Figura 3.2.

Pelos resultados apresentados na Figura 3.2, pode-se verificar que há uma variação de sentido no movimento das estações decorrentes da interação de esforços com placas vizinhas à placa Sul Americana. Na região oeste, com velocidade máxima de $34,99 \pm 1,0$ mm/ano a $51,12^\circ$ NE (Valparaiso, Chile), sugere-se que a grande influência é dada pelos esforços convergentes aplicados pela subducção da placa de Nazca sob a Sul Americana. Já na

região continental intraplaca a leste, com máxima de $17,74 \pm 1,0$ mm/ano a 27.68° NW (Teixeira de Freitas, Brasil) sugere-se que a grande influência é dada pelos esforços divergentes aplicados pela cadeia meso-atlântica.

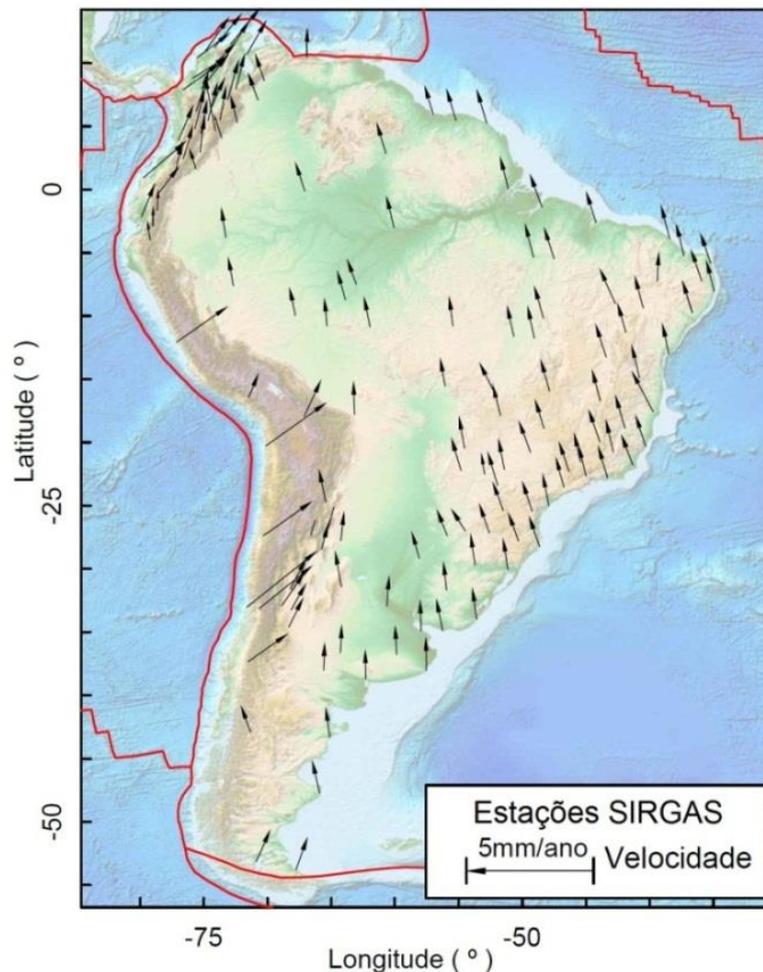


Figura 3.2: Velocidades planimétricas das estações geodésicas, em mm/ano.

Uma vez que as interações de esforços entre a placa de Nazca e a placa Sul Americana se tornam mais evidentes, as taxas de convergência foram analisadas visando buscar o entendimento sobre as estimativas de deformação. Para isto, foram utilizados os vetores de *Euler*, publicados por Kendrick *et al.* (2003), para estimativa das velocidades da placa de Nazca. Nesta análise, os valores de velocidade planimétrica de todos os pontos geodésicos considerados no trabalho foram reamostrados para as direções das velocidades obtidas na placa de Nazca (Figura 3.3).

Segundo Kendrick *et al.* (2003), na estimativa dos vetores de *Euler*, denominado CAP10 (polo de *Euler*. $\phi = 61.01^\circ$, $\lambda = -94.39^\circ$; velocidade angular = 0.569 ± 0.005 %/milhões de anos), foram considerados somente pontos

estáveis localizados na placa de Nazca (4 pontos) e Sul Americana (10 pontos), minimizando assim as incertezas nos resultados.

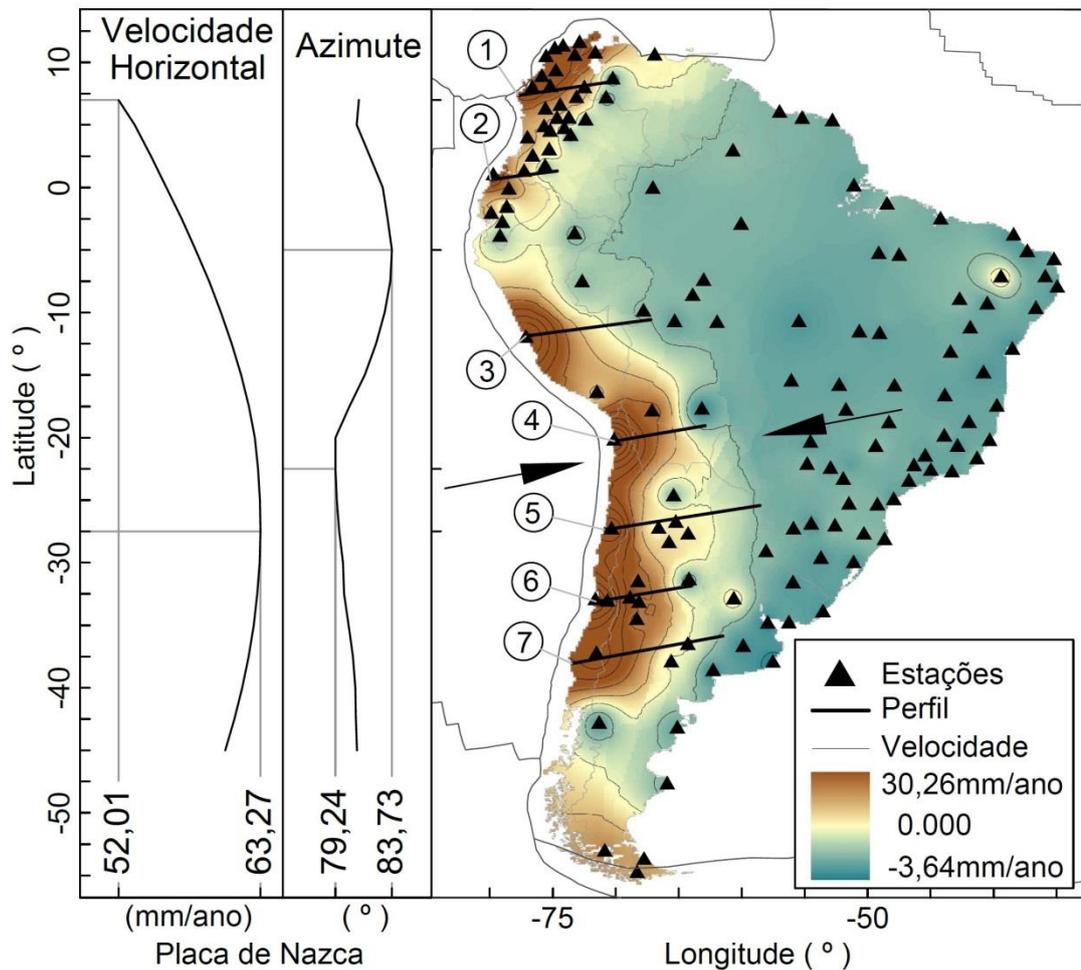


Figura 3.3: Velocidades planimétricas da placa de Nazca e das estações geodésicas, em mm/ano, seguindo as direções dadas pelos vetores de *Euler* (isolinhas representam variações equidistantes de 3 mm/ano). Os números apresentados em um círculo identificam os 7 perfis traçados para posterior análise.

Conforme Figura 3.3, a velocidade da placa de Nazca varia de 52,01 a 63,27 mm/ano, enquanto que da placa Sul Americana devidamente orientada, varia de 30,26 (Valparaiso, Chile) a -3,64 (Teixeira de Freitas, Brasil) mm/ano. Na porção oeste, a variação de velocidade próxima à zona de subducção se encontra de forma heterogênea, dependente da localização geográfica e da distribuição dos pontos geodésicos. Sugere-se portando taxa de convergência máxima de 63,27 mm/ano e taxa de acomodação máxima dos esforços aplicados e absorvidos pela placa Sul Americana de 30,26 mm/ano. Estes

resultados vão de encontro ao encurtamento crustal sugerido por Norabuena *et al.* (2008), cuja absorção sugerida está entre 30 e 40 mm/ano.

Segundo Lay & Kanamori (1981) e Lay *et al.* (1982), no sul do Chile existe ocorrência regular de grandes terremotos com rupturas maiores que 500 km de comprimento, grande porcentagem de deslizamentos sísmicos e aumento da sismicidade precursora. Na Colômbia verifica-se variações na medida em ruptura com rupturas ocasionais de 500 km de comprimento, agrupamento de atividade de grandes terremotos e frequente quietude precursora a grandes terremotos. Na região central do Chile e no Peru existem repetidas rupturas em subzonas de 100-300 km de comprimento, múltiplos eventos de ruptura em zonas de falhas complexas, com ocorrência de falhamento normal na trincheira ou na placa subductada. Com base nas características e na distribuição espacial dos valores de velocidade apresentadas, agrupadas principalmente na região centro norte do Chile e no Peru, verifica-se que as grandes movimentações superficiais ocorrem em regiões com estruturas geológicas mais heterogêneas e de múltiplos eventos de ruptura. Os resultados apresentados na Figura 3.2 sugerem que a variação de direção no movimento dos pontos geodésicos na região intraplaca possui influência predominantemente tectônica com algumas variações que podem ser atribuídas a efeitos locais, quando verificada a região estável mais afastada da intercessão entre as placas de Nazca e Sul Americana.

Partindo do princípio de que as variações encontradas nos vetores de velocidade no interior da placa Sul Americana são decorrentes de esforços tectônicos regionais e locais, foram calculados os valores das componentes de taxa de deformação e posteriormente das deformações principais (Figura 3.4) e dilatação (Figura 3.5), na qual verificou-se a influência dos esforços na crosta continental, mais precisamente na superfície terrestre da Placa Sul Americana.

Seguindo a orientação do corpo sólido dado pelas componentes x e y , verifica-se que os maiores valores de taxa de deformação encontrados estão na direção nordeste (Figura 3.4).

Com a estimativa da dilatação (Figura 3.5), pode-se sugerir que os esforços aplicados pela placa de Nazca são absorvidos em forma de contração a uma taxa máxima de $11,051 \pm 0,7 \times 10^{-8}$ /ano, porém, a norte da zona de subducção, é possível inferir deformação por extensão a uma taxa máxima de

$17,544 \pm 1,37 \times 10^{-8}/\text{ano}$, derivado de variações de esforços na região Andina próxima as placas de Cocos e do Caribe.

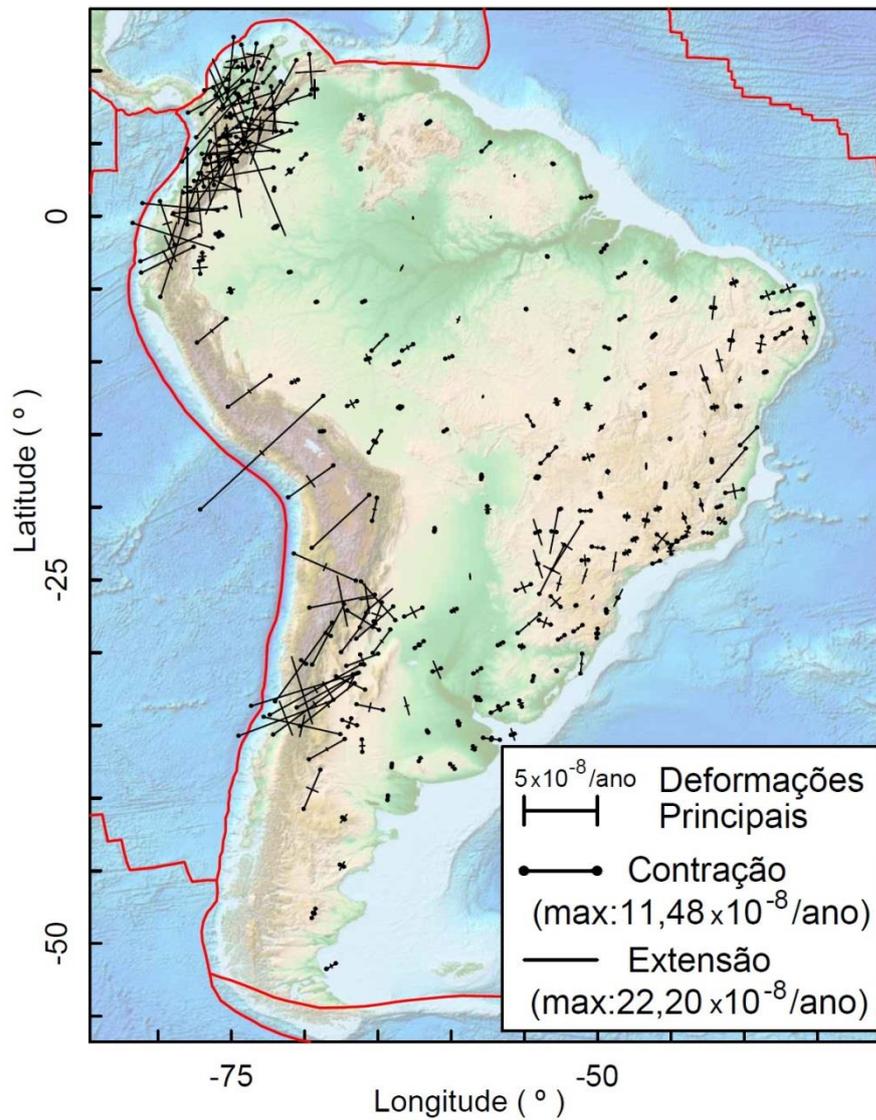


Figura 3.4: Deformações principais máxima (\dot{E}_1) e mínima (\dot{E}_2).

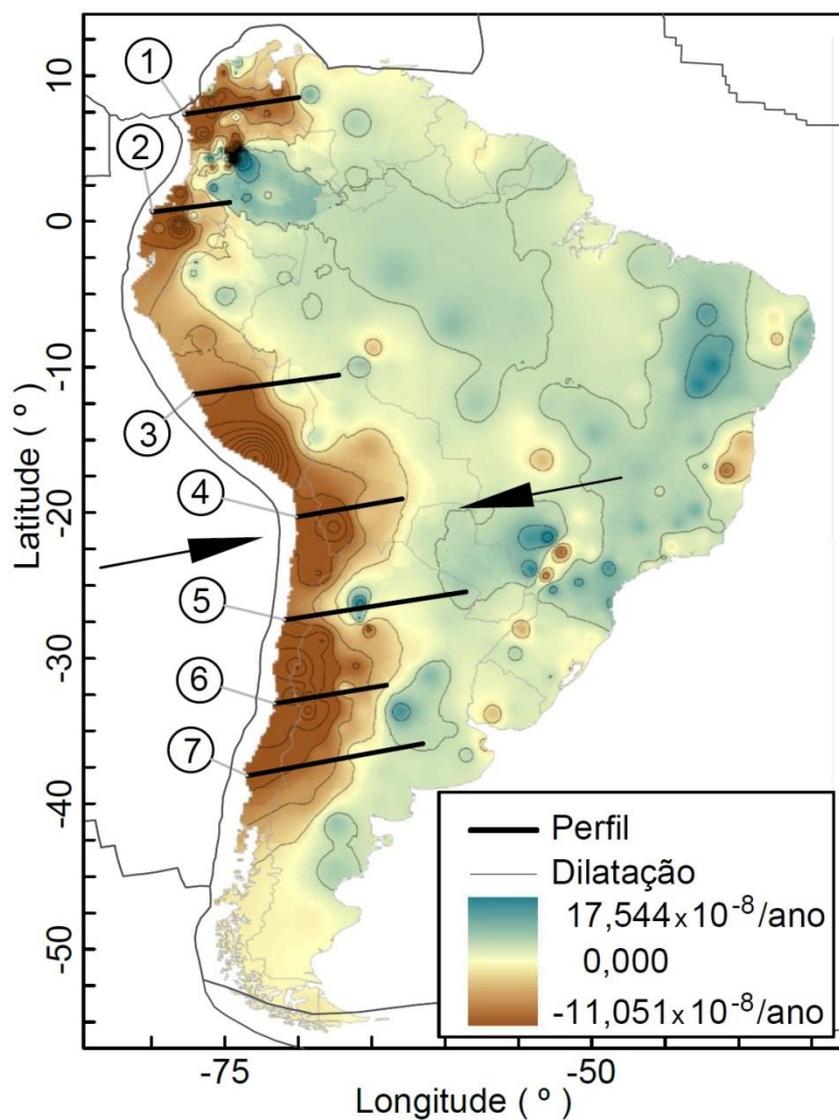


Figura 3.5: Taxas de dilatação (\dot{D}). Os números apresentados em um círculo identificam os 7 perfis traçados para posterior análise.

A Figura 3.6 demonstra o resultado dos perfis localizados em diferentes latitudes mostrados nas Figuras 3.3 e 3.5, confrontando as velocidades dos pontos geodésicos calculados para a direção da placa de Nazca e as variações de contração e extensão dados pelos valores de dilatação.

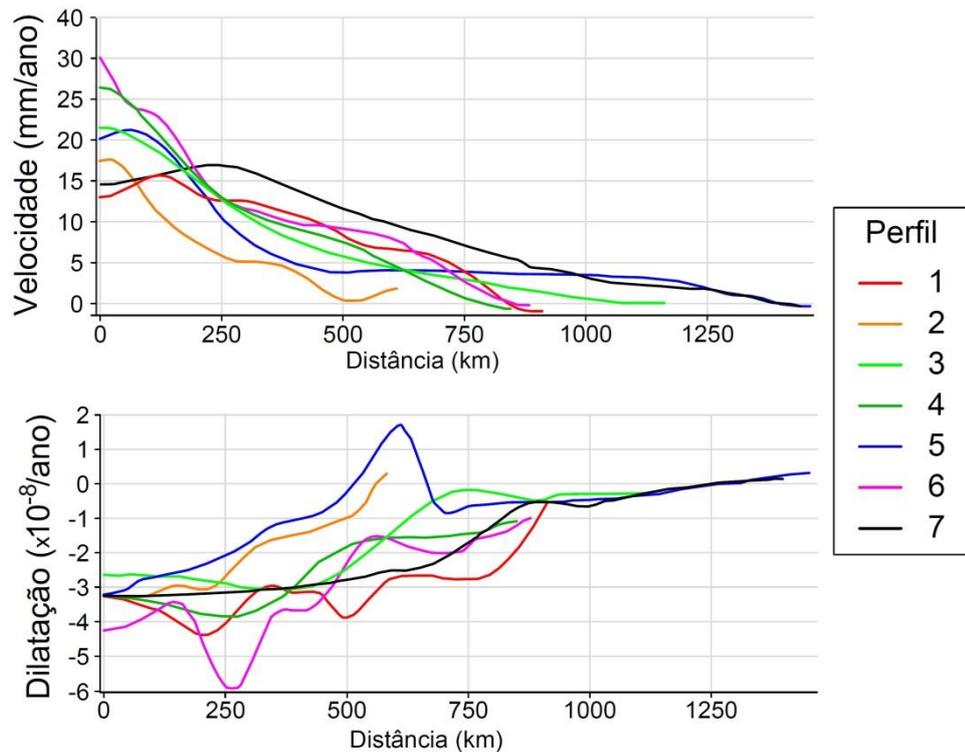


Figura 3.6: Perfis longitudinais dos vetores de velocidade e taxas de dilatação.

Nos perfis analisados (Figura 3.6), os valores de velocidade e das taxas de dilatação por contração convergem respectivamente, nos 5 perfis ao sul, a uma distância de 175 km da margem continental a leste seguindo as diferentes latitudes, em aproximadamente $16 \pm 0,13$ mm/ano a $-2,9284 \pm 0.2 \times 10^{-8}$ /ano. Em aproximadamente 1400 km da margem continental todos os valores tendem a zero.

Para os dois perfis ao norte, localizados próximos das placas de Cocos e Caribe, os valores de velocidade convergem a 72 km da margem continental em $14,51 \pm 0,4$ mm/ano a $-3,02672 \pm 0.5 \times 10^{-8}$ /ano.

Ao longo dos perfis analisados, não foi possível encontrar uma relação direta entre dilatação e velocidade. Isto se deve ao fato de que as deformações seguem em direções distintas das velocidades, como mostrado nas Figuras 3.2 e 3.4, decorrentes da grande variação da topografia e das características geológicas na região de estudos.

Pelo cálculo de dilatação, ao nível de 99% de confiança (Figura 3.5), pode-se mostrar as áreas onde contração e extensão são predominantes e significativas, sendo a contração mais acentuada próxima ao encontro de Placas a oeste e extensão em algumas regiões intraplaca a leste.

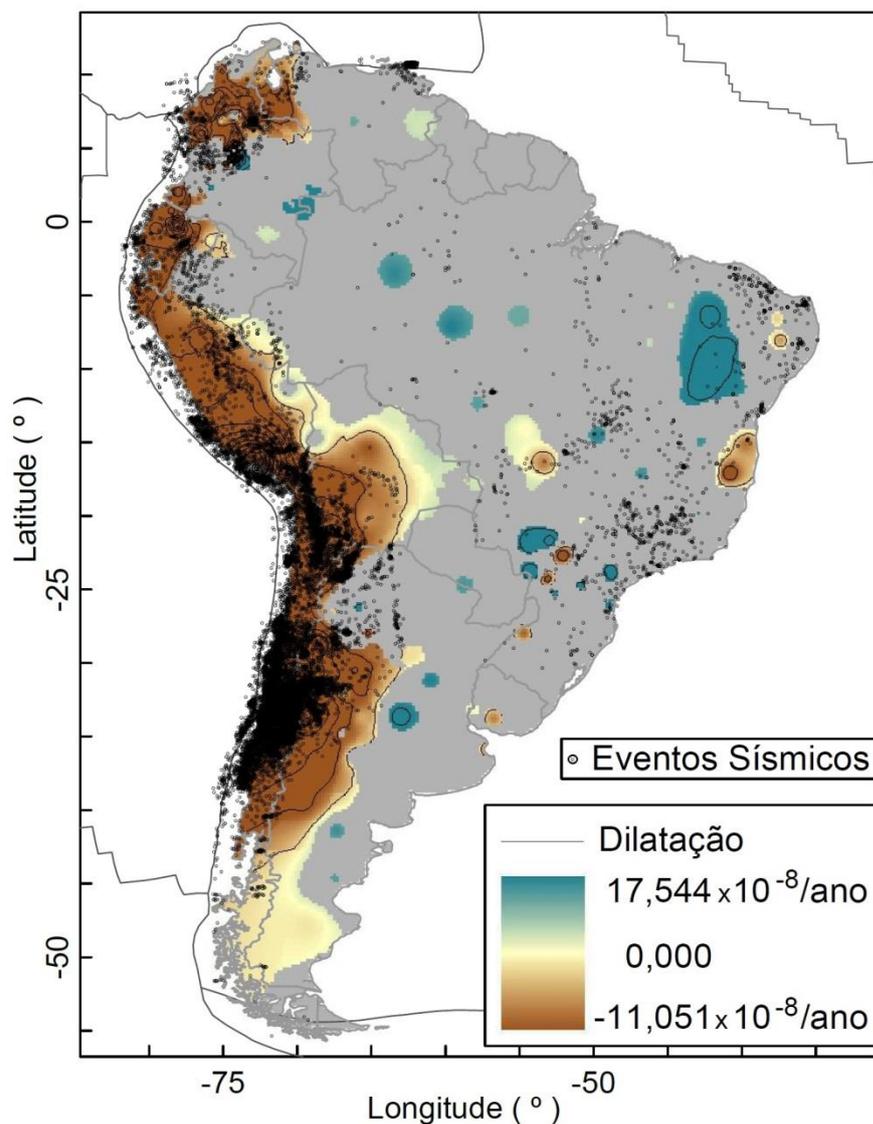


Figura 3.7: Taxas de dilatação (\dot{D}) a 99% de confiança e epicentros dos eventos sísmicos (fonte: USGS e SIS/UnB). Em cinza localiza-se a região onde a taxa de dilatação não é significativa ao nível de 99% de confiança.

Na região a oeste, próxima ao encontro de placas, onde as taxas de deformação são predominantemente por contração com orientações na direção sudoeste-nordeste estão concentrados os grandes terremotos, decorrentes da grande atividade tectônica na placa Sul Americana.

Em menor magnitude, porém com valores significativos quando comparados aos demais, algumas regiões intraplaca a leste apresentam valores de contração na direção nordeste-sudoeste. Nestas regiões identificadas com valores significativos, diferentemente da costa oeste, não apresentam atividades sísmicas. No entanto, estão nas vizinhanças de áreas que possuem atividades sísmicas de média e pequena magnitude e estão

localizadas próximas a grandes rios e reservatórios e em regiões com presença de falhas e fraturas que dão origem a grandes lineamentos.

Ao comparar as regiões com valores significativos de contração e extensão, a leste da placa Sul Americana (Figura 3.4), com a variação de valores nas componentes de velocidade de cada estação (Figura 3.2), verifica-se a grande influência de algumas estações na estimativa de taxa de deformação. Isto pode ser decorrente da interação de esforços com características geológicas locais.

Calais *et al.* (2006) sugerem que grandes terremotos no interior de placas estáveis são evidência direta de que quantidades significativas de deformação elástica podem ser acumuladas ao longo de estruturas geológicas longe de falhas de limite de placa onde a grande maioria da energia sísmica é liberada. Pelo fato de que terremotos significativos em regiões intraplaca são raros e de que as taxas de deformação são muito baixas, nem as taxas e padrões de deformação intraplaca são bem limitados e nem estes são os mecanismos responsáveis pela acumulação e liberação de tensão em falhas no interior de placas. Verifica-se, conseqüentemente, pelos vetores de deformações principais apresentados nas Figuras 3.4 e 3.7, que na porção leste da Placa o comportamento das contrações e extensões é semelhante ao encontrado por Assumpção (1992) e pelo “*World Stress Map*” publicado por Heidbach *et al.* (2008), o que sugere sensibilidade da rede em detectar esforços provenientes não só da zona de subducção a oeste, mas também da zona extensiva da dorsal meso-atlântica.

3.5 Conclusão

Com base na triangulação de *Delaunay* e método de Elementos Finitos, foi possível estimar as taxas de deformação da rede geodésica localizada na placa Sul Americana e associá-las aos esforços aplicados pela dinâmica de placas.

As taxas de convergência na zona de subducção da placa de Nazca permitiram analisar as taxas de deformação absorvidas pela placa Sul Americana, indicando o encurtamento crustal, que ocorre diferentemente das taxas de dilatação encontradas para a região.

Na porção oeste da placa Sul Americana, pelas diferenciações apresentadas por Lay & Kanamori (1981) e Lay *et al.* (1982) e pela distribuição espacial dos valores de velocidade apresentada, conclui-se que as grandes movimentações superficiais ocorrem em regiões com estruturas geológicas mais heterogêneas e de múltiplos eventos de ruptura. Conclui-se também que, os grandes terremotos, decorrentes da grande atividade tectônica na placa Sul Americana, estão concentrados em áreas com taxas de deformação predominantemente por contração orientadas na direção sudoeste-nordeste.

A variação de direção no movimento dos pontos geodésicos em toda a placa Sul Americana demonstra influência principalmente tectônica com algumas variações que podem ser atribuídas a interação de esforços com características geológicas locais, que pode ser melhor verificada na região estável mais afastada da intercessão entre as placas de Nazca e Sul Americana. Para compreender melhor a diferenciação entre efeitos locais e regionais, há a necessidade de densificação da rede geodésica para melhorar a análise.

Na região estável intraplaca, em acordo ao sugerido por Calais *et al.* (2006), conclui-se que quantidades significativas de deformação elástica podem ser acumuladas ao longo de estruturas geológicas longe de falhas de limite de placa. Isto pode ser demonstrado pelos vetores de componentes principais de deformação apresentados, que a leste não possuem correlação direta com eventos sísmicos, porém, o comportamento das contrações e extensões se apresentam semelhantes ao encontrado por Assumpção (1992) e pelo *World Stress Map* publicado por Heidbach *et al.* (2008). Isto também confirma a sensibilidade da rede em detectar esforços provenientes não só da zona de subducção a oeste, mas também da zona divergente da dorsal meso-atlântica a leste.

A detecção de variação nos valores de taxas de deformação em algumas regiões da placa Sul Americana sugere que a distribuição dos esforços aplicados provenientes da dinâmica de placas, seja local, regional ou global, afeta a rede geodésica investigada de forma variada e, com isto, ela pode ser utilizada como complementação de estudos tectônicos intraplaca.

4 ESTIMATIVA DA TAXA DE DEFORMAÇÃO POR OBSERVAÇÕES GEODÉSICAS NA PROVÍNCIA BORBOREMA

Artigo intitulado “**Strain rate of Borborema Province by geodetic observations**” em fase de conclusão para posterior submissão ao Journal of South American Earth Sciences, na versão original em língua inglesa.

Resumo

Neste trabalho, foram estimadas as deformações na Província Borborema, localizada na região nordeste do Brasil. Para isto, foram utilizadas estações de rastreamento com mínimo de 2 anos de dados provenientes da RBMC e da rede denominada GPS Potiguar, de controle do Departamento de Geologia da UFRN. Os dados foram processados utilizando o software GIPSY, versão 6.2, disponibilizado pelo JPL do Instituto de Tecnologia da Califórnia. O método utilizado foi o PPP utilizando informações como órbitas precisas (não fiducial); correções dos relógios e correções absolutas para o centro de fase das antenas dos satélites e receptores, fornecidas pela JPL; resolução das ambiguidades; correção dos efeitos de primeira e segunda ordem da ionosfera e modelo de troposfera adotando a função de mapeamento VMF1; máscara de elevação de 10° e; modelo de carga oceânica FES2004 e maré terrestre “*WahrK1 PolTid FreqDepLove OctTid*”. A partir de uma solução anual onde as coordenadas e velocidades foram estimadas com suas devidas precisões, foram calculadas as taxas de deformação utilizando a triangulação de *Delaunay* e o método de Elementos Finitos. As deformações foram comparadas com dados de esforços da região, obtidos por estudos geológicos (*breakouts*) e sismológicos (mecanismos focais) coletados em bibliografias existentes e foi possível sugerir correlação entre eles.

Palavras chave: Deformações da superfície; placas litosféricas; Província Borborema; rede geodésica.

4.1 Introdução

Inúmeros trabalhos que envolvem análise de deformação ocorrida na superfície terrestre, empregando o uso de observações geodésicas, vêm sendo realizados para o entendimento da dinâmica relativa aos esforços aplicados em regiões intraplaca. Dentre eles, Li *et al.* (2001) estabeleceram modelo de movimento rígido, elástico-plástico e tensão em 8 blocos intraplaca na China e áreas periféricas, que se apresentou consistente com os parâmetros de tensão obtidos por métodos de geologia e geofísica. Calais *et al.* (2006) combinaram soluções geodésicas independentes, utilizando dados de estações contínuas GPS na região central e leste dos EUA e mostraram que a deformação e o componente de tensão da superfície no interior da placa Norte Americana é qualitativamente consistente com o esperado a partir do GIA. Mostraram também, com nível de confiança de 95%, que não foi encontrado movimento residual detectável na zona sísmica de Nova Madri. Cloetingh *et al.* (2006) combinaram dados de sismicidade e indicadores de tensão em observações geodésicas e geomorfológicas para demonstrar que a deformação do norte alpino ainda está em curso e vai continuar no futuro. Banerjee *et al.* (2008) analisaram três dos maiores terremotos intraplaca (Magnitude > 7,5) históricos que ocorreram no subcontinente indiano, em que, considerando velocidades de superfície determinadas a partir de dados GPS, sugeriram a possibilidade de deformação significativa intraplaca com taxa de encurtamento de norte a sul de $0,3 \pm 0,05 \times 10^{-9}$ /ano. Movimentos em direção ao sul de 4 a 7 mm/ano localizados sobre o planalto de *Shillong*, no nordeste da Índia, refletem encurtamento rápido e perigo de grande terremoto associado com falhas de empurrão ativas que limitam o planalto.

No que diz respeito à placa Sul Americana, a maioria dos modelos de campo de esforços atuantes sugere a presença de esforços formados predominantemente por compressão da dorsal meso-atlântica, colisão com a placa de Nazca, variações de densidade intraplaca, arraste ou resistência basal exercida no contato litosfera-astenosfera e resistência associada a falhas. Segundo Lima (2000), a placa Sul Americana está em compressão horizontal e encurtamento, que podem ser demonstrados por compilação de dados de esforços, modelos numéricos de campo de esforços intraplaca e resultados baseados em observações geodésicas. Norabuena *et al.* (1998) e Cretaux *et*

al. (1998) relatam, com base no processamento de 3 anos de dados GPS, SLR e DORIS coletados nos anos de 1994, 1995 e 1996, que cerca de 10 a 15 mm/ano de encurtamento crustal ocorrem no interior da Placa Sul Americana, indicando que os Andes continuam em constante formação. Marotta *et al.* (2013a) estimaram deformações entre períodos pré e pós sísmicos na América Latina utilizando observações geodésicas e de posse dos resultados, foi possível analisar as interações entre placas litosféricas a partir das direções de contração e extensão entre pontos localizados em placas distintas.

Voltando-se ao interior da placa Sul Americana, os modelos de esforços atualmente conhecidos são provenientes, em sua maioria, de estudos envolvendo dados sísmológicos e geológicos, como mecanismos focais e breakouts, conforme trabalhos apresentados por Zoback (1992), Assumpção (1992), Coblenz & Richardson (1996), Lima *et al.* (1997), Assumpção (1998), Ferreira *et al.* (1998), Bezerra (2011), Ferreira *et al.* (2008), Heidbach *et al.* (2008) e Lopes *et al.* (2010).

Trabalhos recentes estudam taxas de deformação por observações geodésicas e buscam associá-las aos modelos de esforços conhecidos. Marotta *et al.* (2013b), a partir de coordenadas e velocidades estimadas para pontos de uma rede geodésica, estimaram taxas de deformação da região intraplaca Sul Americana e sugeriram que as grandes movimentações superficiais ocorrem em regiões com estruturas geológicas mais heterogêneas e de múltiplos eventos de ruptura; que os grandes terremotos estão concentrados em áreas com taxas de deformação predominantemente por contração orientadas na direção sudoeste-nordeste; e que a variação de sentido no movimento dos pontos geodésicos na placa Sul Americana demonstra influência predominantemente tectônica com algumas variações que podem ser atribuídas a interação de esforços com características geológicas locais.

Este trabalho tem por objetivo dar continuidade aos estudos de Bezerra *et al.* (2006), Marotta *et al.* (2013a) e Marotta *et al.* (2013b) e visa estimar as taxas de deformação na Província Borborema, nordeste do Brasil, a partir de vetores de velocidade estimados por métodos de posicionamento GPS em uma rede geodésica de monitoramento contínuo, buscando o entendimento destas taxas de deformação com os esforços a que a região está submetida e

contribuindo para o melhor entendimento dos processos neotectônicos da Província Borborema.

4.2 Esforços Tectônicos na Província Borborema

O Brasil está localizado na região continental intraplaca da América do Sul com baixa atividade sísmica. No entanto, existem algumas regiões do Brasil que são caracterizadas como zonas sismogênicas ativas, como o Nordeste, que apresenta atividade sísmica recorrente associada à atividade tectônica recente (Figura 4.1).

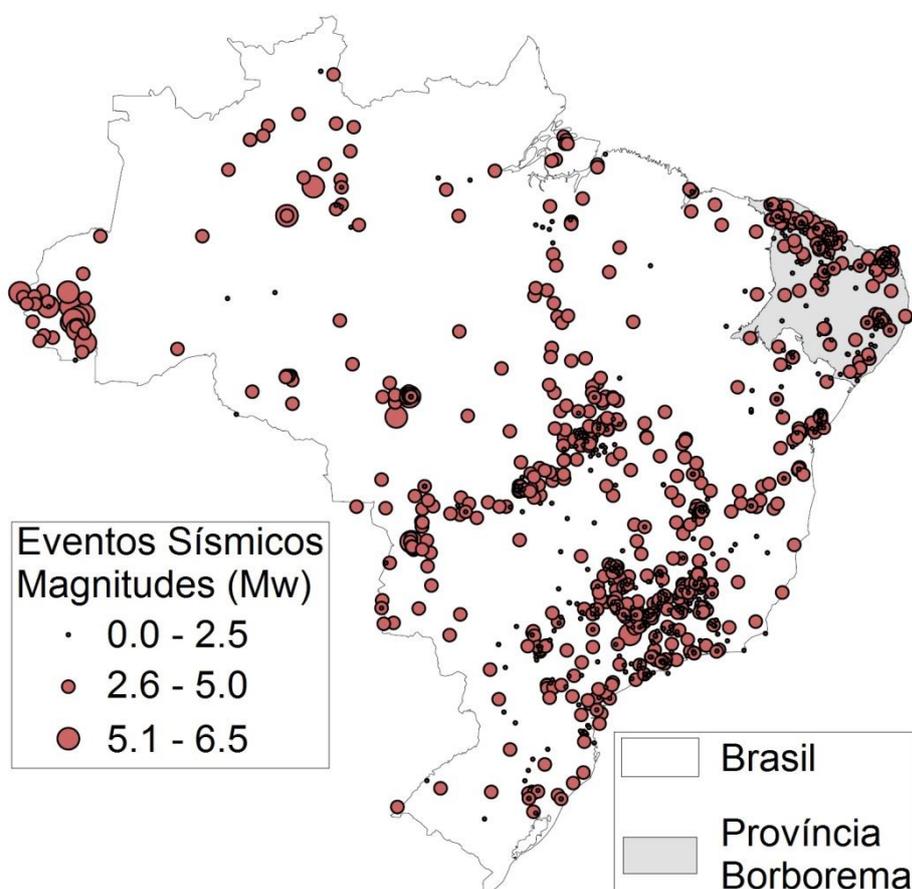


Figura 4.1: Atividades sísmicas na porção continental do Brasil entre o período de 1720 a 2013. (Fonte: <www.obsis.unb.br/websisbra>, 2013)

Segundo Bezerra *et al.* (2011), a Província Borborema está na margem passiva dentro da porção intraplaca Sul Americana. As áreas costeiras do continente e do interior compreendem um embasamento cristalino pré-cambriano sobreposto por bacias sedimentares cretáceas e cenozóicas. Estas

bacias foram formadas principalmente pela reativação de zonas de cisalhamento durante o rompimento da Pangea no Cretáceo. O registro Neógeno é composto principalmente da Formação de Barreiras, de idade Miocênica, e de depósitos sedimentares Quaternários.

De acordo com Brito Neves *et al.* (2000), a Província Borborema constitui a parte central de um largo cinturão orogênico deformada durante a orogenia Pan-Africano/Brasiliano (~ 600 Ma), abrangendo uma área de ~ 450.000 km². Zonas de cisalhamento dúcteis estão entre as características mais marcantes da Província Borborema. Eles formam estruturas de escala continental vinculados a terrenos pré-cambrianos. Em alguns casos, eles marcam uma colagem proterozóica de grandes blocos crustais. Muitas das zonas de cisalhamento principais continuam na África, em uma reconstrução pré-rompimento Pangea.

Trabalhos realizados, voltados à Província Borborema apresentam resultados de estimativa de esforços.

Assumpção (1992) apresentou a compilação de direções de esforços litosféricos, para o continente sul americano, e os padrões principais do campo regional de esforço intraplaca. Sugeriu com os resultados que, no Nordeste do Brasil, a sismicidade é caracterizada pelo movimento transcorrente de terremotos na crosta superior. Um modelo foi proposto para a região no qual o campo de tensão é o resultado de uma sobreposição de tensões regionais compressionais leste/oeste e tensões locais extensionais (orientada perpendicularmente para a margem continental) possivelmente relacionadas com contrastes de densidade e carga de sedimentos na plataforma continental.

Lima *et al.* (1997) estudou os padrões regionais de tensões crustais no Brasil com uma análise detalhada de breakout realizada em 541 poços distribuídos por todo o país, sendo 481 de bacias ao longo da margem continental e 60 de bacias intracratônicas. Na Bacia Potiguar, foi verificado que a média das orientações dos esforços principais máximos por breakout é consistente com as orientações dos esforços principais máximos inferidos a partir de mecanismos focais de sismos em torno da bacia. Os breakouts mostram também que a compressão horizontal máxima é aproximadamente paralela à linha de costa Norte. Sugeriram, com os resultados, que este padrão é a superposição de esforços de compressão leste/oeste regionais, gerado principalmente por empurrão e por forças de fronteira colisionais na placa Sul

Americana com tensões extensionais locais perpendiculares à costa, gerada pela transição estrutural continente-oceano e por forças de flexão de sedimentos de carga na plataforma continental.

Assumpção (1998) indica que, no Nordeste do Brasil, os terremotos tendem a ocorrer em torno da margem terrestre da Bacia Potiguar com mecanismos focais transcorrentes em profundidades de 1 a 12km. Sugere também que a combinação de tensões regionais, efeitos de flexão locais de cargas sedimentares espessas e uma crosta presumivelmente mais fraca, explica os principais padrões de sismicidade nas margens nordeste e sudeste brasileiros.

Ferreira *et al.* (1998) propuseram que, na Bacia Potiguar, direções principais de esforço, obtidas com inversão de mecanismos focais, mostram um campo de tensão transcorrente na crosta superior com orientação da tensão máxima variando de sudeste/noroeste a leste/oeste, aproximadamente paralelo ao litoral.

Lopes *et al.* (2010), por meio de estudos de séries de tremores com redes locais, ajudou a aumentar o banco de dados de esforços no Brasil. Pela análise de quatro enxames de atividades sísmicas ao longo do Lineamento Pernambuco, compreendido pela Província Borborema, mostrou reativação do Lineamento Pernambuco com falhas normal e transcorrente, indicando esforços extensionais na direção norte/sul e compressionais na direção leste/oeste.

4.3 Área de Estudos

A área de estudos, apresentada na Figura 4.2, engloba toda a região compreendida por uma rede de pontos geodésicos presentes na Província Borborema.

Dentre os pontos que fazem parte da rede geodésica estão os pertencentes à RBMC (<www.ibge.gov.br>, acesso em 01/02/2013), de controle do IBGE, e os pertencentes à RGP, de controle do Departamento de Geologia da UFRN.

Os pontos geodésicos pertencentes à RBMC, além de serem utilizados para uso civil, fazem parte de uma rede denominada SIRGAS-CON, que é

utilizada para a realização do SIRGAS. Sua definição segue aquela do IERS ITRS e suas realizações são compatíveis com aquelas do ITRF.

Os pontos geodésicos pertencentes à RGP, Figura 4.2, foram implantados para estudos tectônicos em torno da Bacia Potiguar, em locais com presença de atividade sísmica recorrente com intensidade significativa, segundo a escala de intensidade de *Mercalli*, diferentes tipos litológicos e próximos a zonas de cisalhamento ativas.

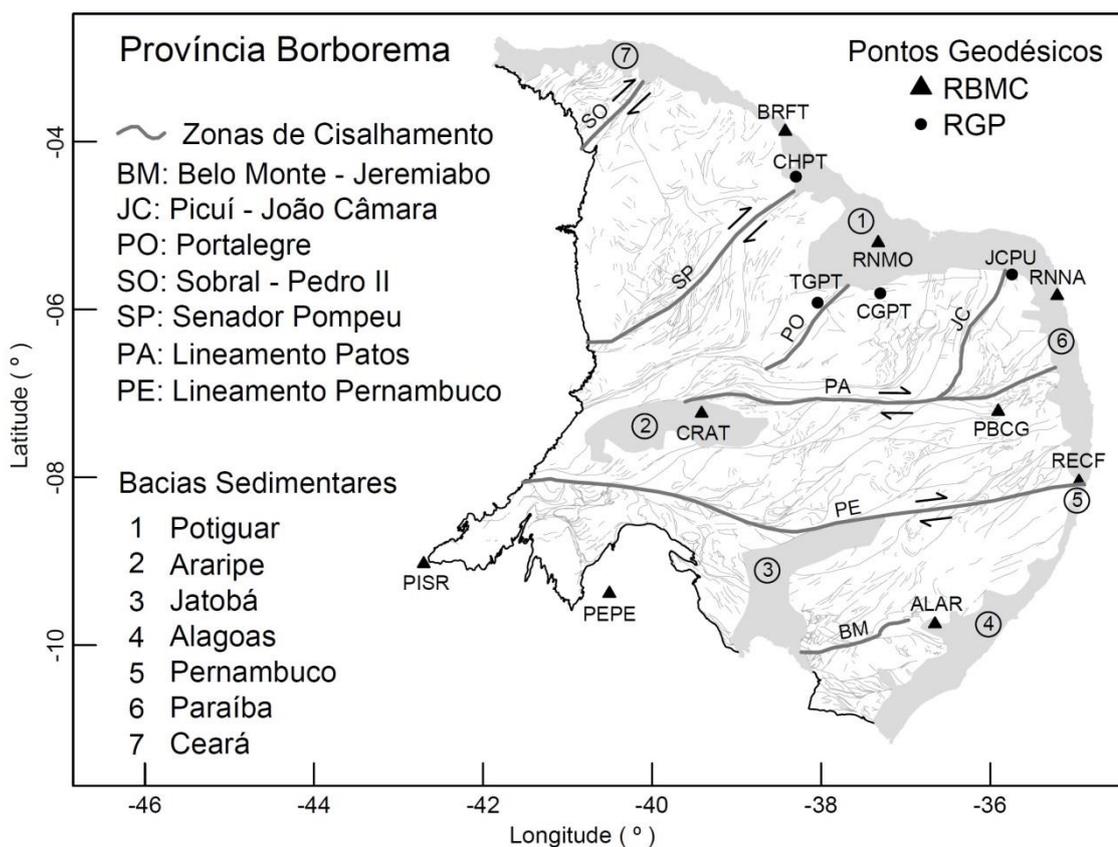


Figura 4.2: Rede de pontos geodésicos na Província Borborema.

4.4 Estimativa de coordenadas e vetores de velocidade para os pontos da rede geodésica

Neste trabalho, para cada ponto selecionado contido na área de estudos, foram estimados valores diários de coordenadas para o período de 2004 a 2010 e, posteriormente, estes valores foram combinados em uma única solução de coordenadas e velocidades para uma época pré-estabelecida. Para isto foi utilizado o software GIPSY, versão 6.2, disponibilizado pelo JPL do Instituto de Tecnologia da Califórnia (<<https://gipsy-oasis.jpl.nasa.gov/>>, 2012).

Como método de processamento dos dados GPS na estimativa das coordenadas e velocidades de cada estação, utilizou-se o PPP (Zumberge *et al.*, 1997; Monico, 2000) por meio de um módulo escrito em linguagem Perl denominado *gd2p.pl (GPS Data 2 Position)*.

A estratégia de processamento envolveu o tratamento de erros com origem nos satélites, na atmosfera, no ambiente local, nas características da estação, na antena e no receptor, de acordo com a classificação das fontes de erros descrita por Seeber (2003) e Monico (2008). Dentre as informações utilizadas para correção dos erros citados, pode-se citar: utilização de órbitas precisas (não fiducial), correções dos relógios e correções absolutas para o centro de fase das antenas dos satélites e receptores fornecidas pela JPL; resolução das ambiguidades; correção dos efeitos de primeira e segunda ordem da ionosfera e modelo de troposfera adotando a função de mapeamento VMF1; máscara de elevação de 10^0 e; modelo de carga oceânica FES2004 e maré terrestre "*WahrK1 PolTid FreqDepLove OctTid*".

Para a estimativa das taxas de deformação, foi utilizada a metodologia descrita por Marotta *et al.* (2013b), presente no capítulo 3 desta Tese. De posse dos valores estimados, incluindo a propagação de covariâncias para as coordenadas no sistema geodésico local, parâmetros de deformação e posteriormente componentes principais de taxa de deformação, este último foi comparado com as direções de esforços conhecidas para a região.

4.6 Resultados e Discussão

Os vetores de velocidade de cada um dos 13 pontos geodésicos localizados na Província Borborema são descritos na Tabela 4.2 e mostrados na Figura 4.2. Os resultados foram estimados utilizando os dados de rastreamento GPS coletados em um período mínimo de 2 anos (Tabela 4.1).

Pelos resultados apresentados (Tabela 4.2 e Figura 4.3), pode-se verificar a direção de velocidade predominantemente para oeste e norte com diferença máxima de 6,33 e 5,31 mm/ano nas componentes x e y , respectivamente. Esta diferença foi verificada entre os pontos CHPT e JCPU, localizados na borda da Bacia Potiguar, próximos às zonas de cisalhamento Senador Pompeu e Picuí-João Câmara, e em regiões com maiores intensidades sísmicas.

Tabela 4.1: Período de dados de rastreamento GPS utilizados.

Geodetic Points	GPS Data									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
ALAR					X	X	X	X	X	
BRFT			X	X	X	X	X	X	X	
CGPT					X	X	X			
CHPT					X	X				
CRAT	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
JCPU						X	X			
PBCG					X	X	X	X	X	
PEPE					X	X	X	X	X	
PISR						X	X	X	X	
RECF	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
RNMO						X	X	X	X	
RNNA						X	X	X	X	
TGPT					X	X	X			

Na componente vertical, a diferença máxima de velocidade foi apresentada entre os pontos JCPU e RECF, com 20,80 mm/ano. Estes pontos se encontram próximos às zonas de cisalhamento Picuí-João Câmara e lineamento de Pernambuco (Figura 4.2).

Tabela 4.2: Velocidades (V) das estações geodésicas, em m/ano.

Pontos	Coordenadas Geodésicas			Velocidades (Sistema Geodésico Local)					
	λ (°)	ϕ (°)	h (m)	V_x (m/ano)	σV_x (m/ano)	V_y (m/ano)	σV_y (m/ano)	V_z (m/ano)	σV_z (m/ano)
ALAR	-36,653420	-9,749223	266,20249	-0,00342	0,00011	0,01171	0,00008	0,00024	0,00015
BRFT	-38,425538	-3,877446	21,66479	-0,00396	0,00009	0,01129	0,00003	-0,00078	0,00010
CGPT	-37,301461	-5,806386	108,95806	-0,00387	0,00006	0,01282	0,00003	0,00449	0,00007
CHPT	-38,299572	-4,418423	26,45550	-0,00577	0,00004	0,00975	0,00002	-0,00152	0,00006
CRAT	-39,415606	-7,238017	436,02616	-0,00174	0,00008	0,01169	0,00005	-0,00125	0,00011
JCPU	-35,742909	-5,583799	104,02383	0,00056	0,00008	0,01506	0,00004	0,01449	0,00011
PBCG	-35,907138	-7,213676	534,07148	-0,00450	0,00010	0,01164	0,00006	-0,00118	0,00013
PEPE	-40,506124	-9,384417	369,08498	-0,00362	0,00010	0,01222	0,00007	0,00070	0,00014
PISR	-42,702759	-9,030692	366,78415	-0,00576	0,00012	0,01159	0,00009	0,00895	0,00017
RECF	-34,951517	-8,050962	20,11785	-0,00420	0,00009	0,01213	0,00006	-0,00631	0,00012
RNMO	-37,325465	-5,204233	23,36422	-0,00322	0,00011	0,01382	0,00005	-0,00434	0,00013
RNNA	-35,207708	-5,836139	45,94238	-0,00358	0,00011	0,01167	0,00006	0,00044	0,00013
TGPT	-38,040481	-5,919480	158,46580	-0,00472	0,00010	0,01301	0,00005	0,00275	0,00012

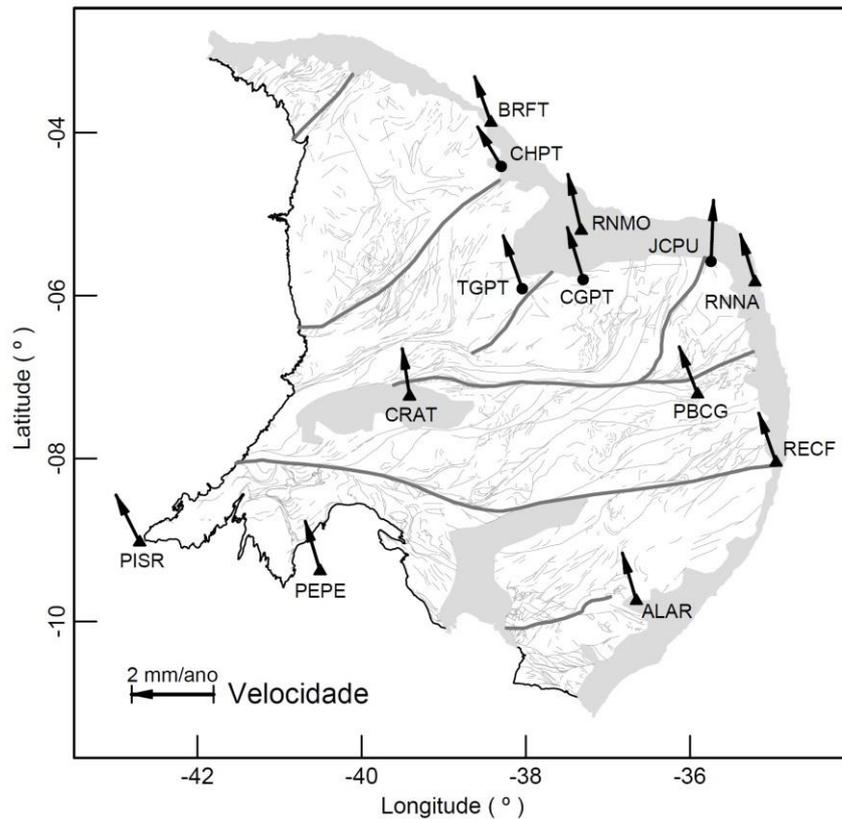


Figura 4.3: Velocidades planimétricas (V) das estações geodésicas, em m/ano.

Partindo do princípio de que as variações encontradas são decorrentes de esforços tectônicos regionais e locais, foram calculados os valores das componentes de taxa de deformação (Tabela 4.3 e Figura 4.4), na qual se pode verificar a influência dos esforços na crosta continental, mais precisamente na superfície terrestre. Os valores se apresentam em 10^{-6} /ano.

Tabela 4.3: Taxas de deformação e de componentes principais de deformação na planimetria.

Redes de Pontos Triangulada	Coordenadas geodésicas do Baricentro de Cada Rede		Análise Planimétrica					
	λ (°)	ϕ (°)	Componentes de Deformação Principal					
			E_1 (μs)	σE_1 (μs)	E_2 (μs)	σE_2 (μs)	β (°)	$\sigma \beta$ (°)
RNMO JCPU BRFT	-37,164637	-4,888492	0,030478	2,50E-14	-0,018040	2,20E-14	27,039738	8,08E-11
PISR PEPE CRAT	-40,874830	-8,551042	0,011144	3,00E-15	-0,003966	8,00E-15	15,517682	4,51E-11
BRFT PISR CRAT	-40,181301	-6,715385	0,019700	1,10E-14	-0,002906	2,00E-15	-10,571091	1,15E-11
CHPT BRFT CRAT	-38,713572	-5,177962	0,017737	6,00E-15	-0,072838	3,40E-14	-26,967033	2,24E-11
TGPT CHPT CRAT	-38,585220	-5,858640	-0,005518	6,00E-15	-0,021433	7,00E-15	-30,090746	1,42E-11
RNMO BRFT CHPT	-38,016858	-4,500034	0,109552	6,60E-14	-0,008175	4,00E-15	48,698127	3,34E-11
PEPE ALAR CRAT	-38,858383	-8,790552	0,003405	3,00E-15	-0,003518	3,00E-15	83,647887	7,31E-11
RNMO CHPT TGPT	-37,888506	-5,180712	0,024608	9,00E-15	-0,018514	2,00E-15	41,743309	2,41E-11
CRAT ALAR PBCG	-37,325388	-8,066972	-0,000092	3,00E-15	-0,007190	3,00E-15	-47,941522	1,08E-10
CGPT JCPU RNMO	-36,789945	-5,531473	0,033170	1,20E-14	0,008053	1,10E-14	27,605236	3,91E-11
TGPT CGPT RNMO	-37,555802	-5,643366	0,015519	8,00E-15	0,008622	2,00E-14	10,969766	6,28E-11
TGPT CRAT PBCG	-37,787742	-6,790391	0,011791	9,50E-14	-0,009352	2,08E-12	-19,860865	1,38E-10
CGPT TGPT PBCG	-37,083027	-6,313181	0,012419	9,00E-15	0,001553	3,00E-15	34,313603	6,45E-12
CGPT PBCG JCPU	-36,317169	-6,201287	0,039915	2,50E-14	0,001988	9,00E-15	41,724391	1,32E-10
PBCG RNNA JCPU	-35,619252	-6,211205	0,025325	6,00E-15	-0,054070	4,00E-15	-12,889685	1,24E-11
PBCG ALAR RECF	-35,837358	-8,337954	-0,000844	4,00E-15	-0,001325	1,60E-14	-2,679201	1,05E-11
PBCG RECF RNNA	-35,355454	-7,033593	0,007046	7,00E-15	-0,003423	4,00E-15	48,199594	2,33E-10

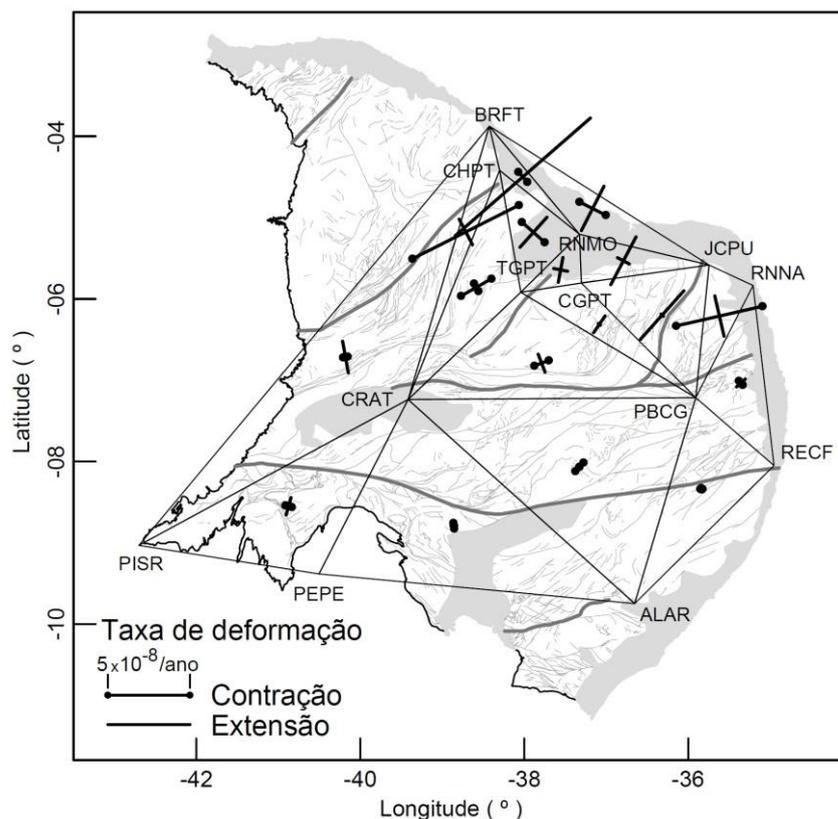


Figura 4.4: Taxas de componentes principais de deformação.

Pode-se verificar, pelos resultados apresentados na Tabela 4.3, que os maiores valores de deformação estão localizados próximos à Bacia Potiguar, região com concentração de atividades sísmicas de pequena e média magnitudes e com intensidade significativa segundo escala de *Mercalli*. As deformações, vistas pelas taxas de componente principal de deformação, possuem extensão predominantemente na direção nordeste, perpendicular à linha de costa a norte da Província Borborema, e paralela à costa encontram-se as deformações por contração. Na linha de costa a leste, verifica-se compressão no sentido perpendicular e extensão no sentido paralelo à costa. No interior da Província Borborema, são verificados menores valores de taxa de deformação, tanto para extensão quanto para contração. Sugere-se, portanto, que os menores valores encontrados estão associados à baixa densidade de pontos geodésicos e à menor concentração de atividades sísmicas.

As taxas de componente principal de deformação foram, para efeito de comprovação dos resultados, confrontadas com esforços estimados por inversão de mecanismos focais e por *breakouts* (Figura 4.5) compilados de Zoback (1992), Assumpção (1992), Coblentz & Richardson (1996), Lima *et al.* (1997), Assumpção (1998), Ferreira *et al.* (1998), França *et al.* (2004), Bezerra *et al.* (2011), Ferreira *et al.* (2008), Heidbach *et al.* (2008) e Lopes *et al.* (2010).

Pode-se verificar, pela Figura 4.5, que as direções das deformações estimadas por observações geodésicas estão em acordo com as direções dos esforços estimados por outros métodos instrumentais, salvo em locais com menor densidade de pontos geodésicos, que possuem menor similaridade com os diferentes métodos demonstrados. No entanto, sugere-se que a rede de pontos geodésicos, independente da densidade, pode apresentar deformações a nível regional que, por sua vez, pode expressar como se dá a interação dos esforços em regiões com ou sem concentração de atividades sísmicas. Isto pode ser confirmado pelas direções das taxas de componente principal de deformação alinhadas nas direções de grandes falhas no interior da área de estudos, conforme Figura 4.3, onde pode-se sugerir atividade tectônica recente em regiões em regiões intraplaca.

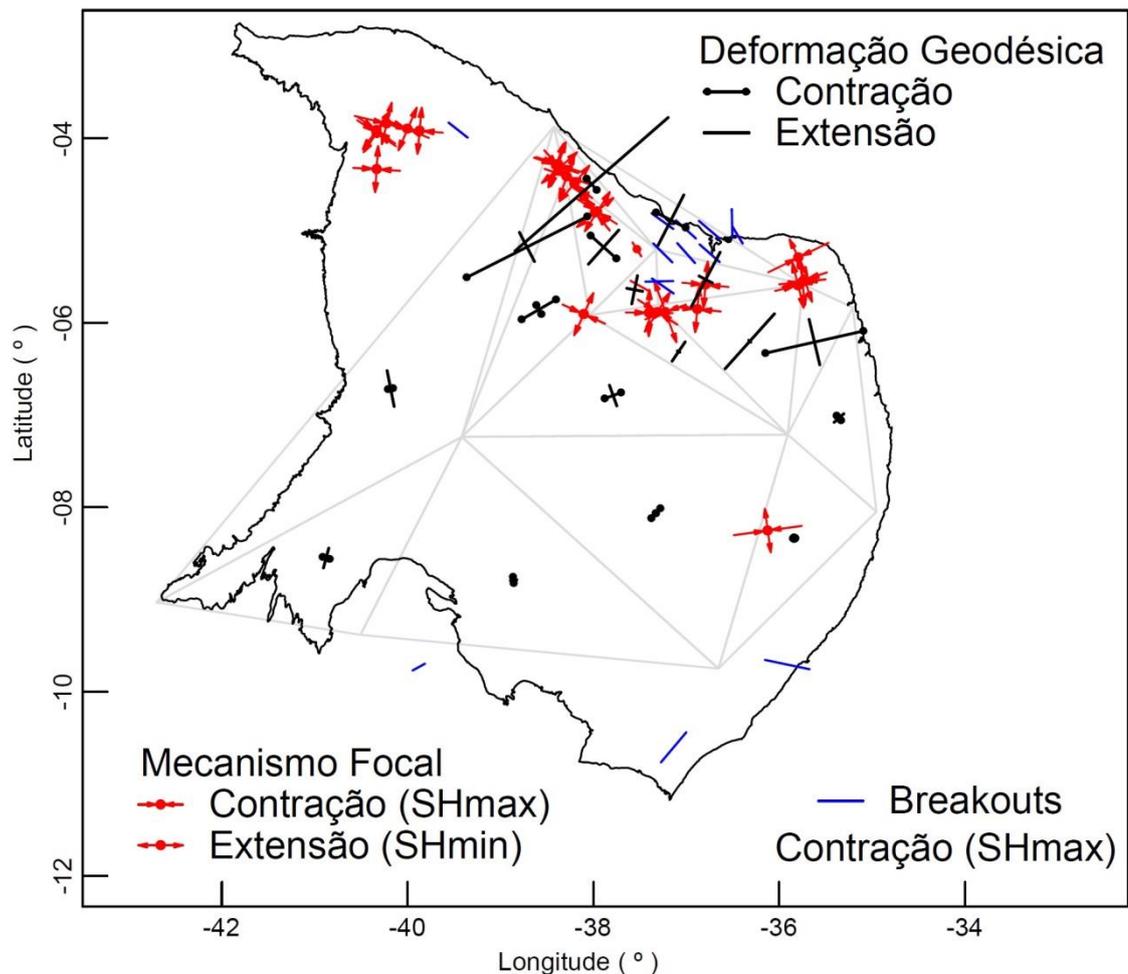


Figura 4.5: Taxas de componentes principais de deformação por observações geodésicas e esforços por mecanismos focais e *breakouts*.

4.7 Conclusão

Com base em coordenadas estimadas a partir de dados GPS, na Triangulação de *Delaunay* e método de Elementos Finitos, foi possível estimar as taxas de deformação da rede geodésica localizada na Província Borborema e associá-las aos esforços estimados por mecanismos focais e *breakouts*.

Na região da Bacia Potiguar, pelos vetores de componentes principais de deformação apresentados, foi possível sugerir correlação direta com eventos sísmicos pelo comportamento das contrações e extensões encontradas por estudos envolvendo mecanismos focais e *breakouts*.

No interior da Província Borborema, conclui-se que, apesar de valores menores quando comparados com valores próximos à Bacia Potiguar, as taxas de componente principal de deformação mostram atividade tectônica seguindo a direção das zonas de cisalhamento na região.

Consequentemente, verifica-se sensibilidade da rede GPS e conclui-se que a distribuição dos esforços aplicados provenientes da dinâmica terrestre, seja local, regional ou global, afeta a rede geodésica investigada de forma variada e, com isto, ela pode ser utilizada como complementação de estudos tectônicos intraplaca. Conclui-se também, que, a metodologia apresentada é consistente com os objetivos propostos.

5 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS

Análise de deformações utilizando observações geodésicas vem sendo largamente empregada, tanto para auxiliar no entendimento do comportamento geodinâmico quanto para investigar os impactos de eventos naturais e artificiais observados na superfície terrestre.

Em nível global, estimativa das componentes de deformação por redes geodésicas vem sendo investigada desde 1966 (Frank, 1966) e passando por diversos autores, incluindo Bibby (1975), Borre (1979), Brunner (1979), Livieratos (1980), Brunner *et al.* (1981), Dermanis & Livieratos (1983), Hudnut *et al.* (1994), Dong *et al.* (1998), Crespi *et al.* (2000), Hekimoglu *et al.* (2002); Bos *et al.* (2003); Kapovic *et al.* (2006); Ruegg *et al.* (2009) e Deniz & Ozener (2010).

Um dos primeiros trabalhos realizados utilizando observações geodésicas por meio de tecnologia GPS para, estudos geofísicos de determinação de deslocamentos entre períodos pré- e pós-sísmicos, foi no terremoto de 28 de junho de 1992, de magnitude 7,2, localizado em *Landers*, Califórnia (Hudnut *et al.*, 1994). Este terremoto foi investigado para determinar os deslocamentos e combiná-los a fim de modelar a representação de deslocamento elástico dos planos de ruptura primária das falhas.

Trabalhos envolvendo análise de sismicidade e de deformação ocorrida na superfície, com análise da variação temporal de coordenadas provenientes de pontos de apoio geodésico, vem sendo desenvolvidos por diversos autores. Dentre eles, Yu *et al.* (2001), Fernandes *et al.* (2002), Ishii *et al.* (2005), Banerjee *et al.* (2008), Hsu *et al.* (2009), Satirapod *et al.* (2010), estudaram momentos co-sísmicos, pré-sísmicos e pós-sísmicos, utilizando tecnologia GNSS para determinação de deslocamentos e deformações causadas por diferentes eventos.

Dentre os estudos envolvendo análise de deformação ocorrida na superfície terrestre, Li *et al.* (2001), Calais *et al.* (2006), Cloetingh *et al.* (2006), Banerjee *et al.* (2008) e Velasco *et al.* (2010), buscaram o entendimento da dinâmica relativa aos esforços aplicados em regiões intraplaca a partir de análise de informações geodésicas.

Na placa Sul Americana, a totalidade dos estudos de deformação utilizando observações geodésicas está concentrada na região andina, próxima

á zona de subducção da placa de Nazca sob a placa Sul Americana. Dentre os estudos, pode-se citar Coblenz & Richardson (1996), Cretaux *et al.* (1998), Kreemer *et al.* (2003), Norabuena *et al.* (1998), Ruegg *et al.* (2009) e Vigny *et al.* (2009).

Na região intraplaca Sul Americana, modelos de esforços atualmente conhecidos são provenientes, em sua maioria, de estudos envolvendo dados sismológicos e geológicos, como mecanismos focais e breakouts, conforme trabalhos apresentados por Zoback (1992), Assumpção (1992), Coblenz & Richardson (1996), Lima *et al.* (1997), Assumpção (1998), Ferreira *et al.* (1998), Bezerra (2011), Ferreira *et al.* (2008), Heidbach *et al.* (2008) e Lopes *et al.* (2010).

Verifica-se, portanto, que na região intra-placa Sul Americana existe uma deficiência derivada da ausência de estudos, envolvendo observações geodésicas, voltados ao entendimento da dinâmica terrestre associada às interações de esforços tectônicos. Por isto, este trabalho visou desenvolver três trabalhos distintos que utilizaram estimativas de deformação de uma rede geodésica. Nestes trabalhos, buscou-se analisar a interação de esforços nas regiões entre placas litosféricas presentes na América Latina e na região intraplaca Sul Americana e entender a influência dos esforços nas movimentações e deformações detectadas na superfície terrestre.

No que tange a estimar movimentações e deformações da rede SIRGAS-CON entre períodos pré e pós-sísmicos, a partir de valores soluções semanais publicadas pelo SIRGAS para cada estação geodésica, foi possível associar a instabilidade de pontos da referida rede com eventos sísmicos de média e grande magnitudes.

As estimativas de deformações e verificação dos resultados permitiram analisar as interações entre placas litosféricas a partir das direções de contração e extensão entre pontos localizados em placas distintas.

Foi possível concluir que eventos de maior magnitude causaram maiores movimentações de pontos da rede, como o evento do Chile em 27/02/2010 (magnitude de 8.8) em comparação com os demais.

Apesar da associação realizada entre eventos sísmicos e deformação de rede geodésica, não foi possível encontrar correlação direta entre magnitude, distância epicentral e instabilidade de pontos geodésicos. A constatação foi confirmada pela exclusão, na análise, dos eventos localizados na Nicarágua

(magnitude de 6.9), Peru (magnitude de 7.5) e Equador (magnitude de 7.1). Estes eventos apresentavam características similares aos considerados na análise.

Na análise de movimentações e taxas de deformação resultantes para a placa Sul Americana, estimadas a partir de valores de coordenadas e vetores de velocidade dados por soluções multianuais para cada ponto da rede SIRGAS-CON, foi possível realizar a associação destas com esforços aplicados pela dinâmica de placas.

As taxas de convergência na zona de subducção da placa de Nazca permitiram analisar as taxas de deformação absorvidas pela placa Sul Americana, indicando o encurtamento crustal, que ocorre diferentemente das taxas de dilatação encontradas para a região.

Na porção oeste da placa Sul Americana, pelas diferenciações apresentadas por Segundo Lay & Kanamori (1981) e Lay *et al.* (1982) e pela distribuição espacial dos valores de velocidade apresentada, foi possível concluir que as grandes movimentações superficiais ocorrem em regiões com estruturas geológicas mais heterogêneas e de múltiplos eventos de ruptura. Foi possível também, concluir que os grandes terremotos decorrentes da grande atividade tectônica na placa Sul Americana estão concentrados em áreas com taxas de deformação, predominantemente por contração, orientadas na direção sudoeste-nordeste.

A variação de direção no movimento dos pontos geodésicos em toda a placa Sul Americana demonstrou influência principalmente tectônica com algumas variações que podem ser atribuídas à interação de esforços com características geológicas locais. Isto pode ser melhor verificado na região estável mais afastada da intercessão entre as placas de Nazca e Sul Americana. Para compreender melhor a diferenciação entre efeitos locais e regionais, há a necessidade de densificação da rede geodésica para melhorar a análise.

Em alguns locais da região intraplaca Sul Americana, de acordo com o sugerido por Calais *et al.* (2006), conclui-se que quantidades significativas de deformação elástica podem ser acumuladas ao longo de estruturas geológicas longe de falhas de limite de placa. Isto pode ser demonstrado pelos vetores de deformações principais apresentados, que a leste não possuem correlação direta com eventos sísmicos, porém, o comportamento das contrações e

extensões se apresentam semelhantes ao encontrado por Assumpção (1992) e pelo *World Stress Map* publicado por Heidbach *et al.* (2008). Isto permitiu confirmar a sensibilidade da rede em detectar esforços provenientes não só da zona de subducção a oeste, mas também da zona divergente da dorsal meso-atlântica a leste.

No que diz respeito à estimativa de movimentações e taxas de deformação resultantes para uma região tectonicamente ativa do Brasil, denominada Província Borborema, a partir de valores de coordenadas e vetores de velocidade calculados para cada ponto das redes RBMC/SIRGAS-CON e RGP, foi possível concluir, após densificação pela incorporação da RCP na análise, que a região da Bacia Potiguar apresenta correlação direta entre eventos sísmicos, direções das deformações estimadas para a rede geodésica e direção dos esforços encontrados em estudos envolvendo mecanismos focais e *breakouts*.

No interior da Província Borborema, conclui-se que, apesar de valores menores quando comparados com valores próximos à Bacia Potiguar, as deformações principais mostram atividade tectônica seguindo a direção de grandes zonas de cisalhamento.

Baseando-se na pesquisa realizada, constata-se sensibilidade da rede geodésica e conclui-se que a distribuição dos esforços aplicados provenientes da dinâmica terrestre, seja local, regional ou global, afeta a rede geodésica investigada de forma variada e, com isto, ela pode ser utilizada como complementação de estudos tectônicos inter e intraplaca. Conclui-se também que a metodologia apresentada é consistente com os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assumpção M., 1992. The regional intraplate stress field in South America. *Journal of Geophysical Research*, 97, B8, 11889-11903.

Assumpção M., 1998. Seismicity and Stresses in the Brazilian Passive Margin. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 88, 1, 160-169

Banerjee P., Burgmann R., Nagarajan B., Apel E., 2008. Intraplate deformation of the Indian subcontinent. *Geophysical Research Letters*, 35, L18301, doi:10.1029/2008GL035468.

Bezerra F.H.R., Takeya M.K., Sousa M.O.L., do Nascimento A.F., 2007. Coseismic reactivation of the Samambaia fault, Brazil. *Tectonophysics*, 430, 27–39.

Bezerra F.H.R., do Nascimento A.F., Ferreira J.M., Nogueira F.C., Fuck R.A., Neves, B. B. B., Sousa, M.O.L., 2011. Review of active faults in the Borborema Province, Intraplate South America Integration of seismological and paleoseismological data. *Tectonophysics*, 510, 269–290.

Bibby H.M., 1975. Crustal strain from triangulation in Marlborough, New Zealand. *Tectonophysics*, 29, 529–540.

Bird P., 2003. An updated digital model of plate boundaries. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 4, 3, 1-52.

Borre K., 1979. Elasticity and stress-strain relations in geodetic networks. *Boll. Geod. Sci. Aff.*, 38, 3, 417–456.

Bos A.G., Spakman W., Nyst M.C.J., 2003. Surface deformation and tectonic setting of Taiwan inferred from a GPS velocity field. *Journal of Geophysical Research*, 108, B10, 2458.

Brito Neves B.B., Santos E.J., Van Schmus W.R., 2000. Tectonic history of the Borborema Province, northeastern Brazil. In: Cordani, U., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Eds.). *Tectonic Evolution of South America*, Proceedings of the 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, 151–182.

Brunini C., Sánchez L., Drewes H., Costa S., Mackern V., Martínez W., Seemuller W., Silva A., 2012. Improved analysis strategy and accessibility of the SIRGAS reference frame. *Geodesy for Planet Earth*, 136, 3-10.

Brunner F.K., 1979. On the analysis of geodetic networks for the determination of the incremental strain tensor. *Survey Review*, XXV, 192.

Brunner F.K., Coleman R., Hirsch B., 1981. A comparison of computation methods for crustal strains geodetic measurements. *Tectonophysics*, 218, 281–298.

Calais E., Han J.Y., DeMets C., Nocquet J.M., 2006. Deformation of the North American plate interior from a decade of continuous GPS measurements. *Journal of Geophysics*, 111, B06402, doi:10.1029/2005JB004253.

Cloetingh S., Cornu T., Ziegler P.A., Beekman F., 2006. Neotectonics and intraplate continental topography of the northern Alpine Foreland. *Earth-Science Reviews*, 74, 127–196, doi:10.1016/j.earscirev.2005.06.001.

Coblentz D.D., Richardson R.M., 1996. Analysis of the South American intraplate stress field. *Journal of Geophysical Research*, 101, B4, 8643-8657.

Costa S.M.A., Silva A.L., Vaz J.A., 2009. Avaliação do processamento da rede SIRGAS-CON pelo centro de análises IBGE. Presented at the XXIV Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, Mendoza, Argentina, April 13-17, 2009.

Crespi M., Pietrantonio G., Riguzzi F., 2000. Strain tensor estimation by GPS observations: software and applications. *Boll. Geod. Sci. Aff.*, 3, 261–280.

Crétaux J-F., Soudarin L., Cazenave A., Bouillé F., 1998. Present-day tectonic plate motions and crustal deformations from the DORIS space system. *Journal of Geophysical Research*, 103, B12, 167-30.

Deniz I., Ozener H., 2010. Estimation of strain accumulation of densification network in northern Marmara region, Turkey. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, 2135-2143.

Denli H.H., Deniz R., 2003. Global congruency test methods for GPS networks. *Journal of Surveying Engineering*, 129, 3, 95-98.

Dermanis A., Livieratos E., 1983. Applications of deformation analysis in Geodesy and geodynamics. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 21, 1, 41–50.

Dong D., Herring T.A., King R.W., 1998. Estimating regional deformation from a combination of space and terrestrial geodetic data. *Journal of Geodesy*, 72, 200–214.

Fernandes R.M.S., Miranda, J.M., Catalão J., Luis J.F., Bastos L., Ambrosius B.A.C., 2002. Coseismic displacements of the mw = 6.1, July 9, 1998, faial earthquake (Azores, north atlantic). *Geophysical Research Letters*, 29, 16, 21-1-4.

Ferreira J.M., Oliveira R.T., Takeya M.K, Assumpção M., 1998. Superposition of local and regional stresses in northeast Brazil: evidence from focal mechanisms around the Potiguar marginal basin. *Geophysical Journal International*, 134, 341–355.

Ferreira J.M., Bezerra F.H.R., Sousa M.O.L., Nascimento A.F., Sá J.M., França G.S., 2008. The role of Precambrian mylonitic belts and present-day stress field in the coseismic reactivation of the Pernambuco lineament, Brazil. *Tectonophysics*, 456, 111–126.

França G.S., Ferreira J.M., Takeya M.K., 2004. Seismic activity in Senador Sá-CE, Brazil, 1997-1998. *Revista Brasileira de Geofísica*, 22, 2, 115-125. doi:10.1590/S0102-261X2004000200002.

Frank F.C., 1966. Deductions of earth strains from survey data, *Bull. Seismol. Soc. Am*, 56, 1, 35–42.

Gemael C., 1994. *Introdução ao Ajustamento de Observações – Aplicações Geodésicas*. Editora UFPR.

Heidbach O., Tingay M., Barth A., Reinecker J., Kurfeß D., Müller B., 2009. The World Stress Map based on the database release 2008, equatorial scale 1:46000000. Commission for the Geological Map of the World.

Heidbach O., Tingay M., Barth A., Reinecker J., Kurfeß D., Müller B., 2010. Global crustal stress pattern based on the World Stress Map database release 2008. *Tectonophysics*, 462.

Hekimoglu S., Demirel H., Aydin C., 2002. Reliability of the conventional deformation analysis methods for vertical networks. Presented at the XXII FIG International Congress, Washington, D.C. USA, April 19-26, 2002.

Hsu Y.-J., Yu S.-B., Chen H.-Y., 2009. Coseismic and postseismic deformation associated with the 2003 chengkung, Taiwan, earthquake. *Geophysical Journal International*, 176, 2, 420-430.

Hudnut K.W., Bock Y., Cline M., Fang P., Feng Y., Freymueller J., Ge X., Gross W.K., Jackson D., Kim M., King N.E., Langbein J., Larsen S.C., Lisowski M., Shen Z.K., Svarc J., Zhang J., 1994. Coseismic displacements of the 1992 landers earthquake sequence. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84, 3, 625-645.

Ishii M., Shearer P.M., Houston H., Vidale J.E., 2005. Extent, duration and speed of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake imaged by the hi-net array. *Nature*, 435, 933-936.

Kapovic Z., Marendic A., Paar R., 2006. Deformation analysis of the Holcim Ltda. Cement Factory Objects. Presented at the XXIII FIG International Congress, Munich, Germany, October 8-13, 2006.

Kendrick E., Bevis M., Smalley R., Brooks B., Vargas, R.B., Lauría E., Fortes L.P.S., 2003. The Nazca–South America Euler vector and its rate of change, *Journal of South American Earth Sciences*, 16, 125–131

Kreemer C., Holt W.E., Haines A.J., 2003. An integrated global model of present-day plate motions and plate boundary deformation, *Geophysical Journal International*, 154, 8–34.

Lay T., Kanamori H., 1981. Na asperity modelo of large earthquake sequences, *American Geophysical Union*, 579-592

Lay T., Kanamori H., Ruff L., 1982. The asperity model and the nature of large subduction zone earthquakes, *Earthquake Prediction Research*, 1, 3-71

Li Y-X., Huang C., Hu X-K., Shuai P., Hu X-G., Zhang Z-F., 2001. Model of rigid and elastic-plastic motion in intraplate blocks and strain status of principal blocks in Chinese mainland. *Acta Seismologica Sinica*, 14, 6, 603-610.

Lima C., Nascimento E., Assumpção M., 1997. Stress orientations in Brazilian sedimentary basins from breakout analysis: implications for force models in the South American plate. *Geophysical Journal International*, 130,112-124.

Lima C.C., 2000. Ongoing compression across intraplate South America: observations and some implications for petroleum exploitation and exploration. *Revista Brasileira de Geociências*, 30, 1, 203-207.

Lima M.A.A., 2009. Análise do deslocamento crustal utilizando dados da rede GPS da bacia Potiguar. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

Livieratos E., 1980. Crustal deformations from geodetic measurements. *Boll. Geofis. Teor. Appl.*, XXII, 88, 255–260.

Lopes A.V., Assumpção M., Zevallos I.A., 2010. Intraplate stress patterns in Brazil with recent focal mechanism studies: predominance of mid-continent compressional stresses and flexural effects at the continental margin. 2010 AGU Meeting of the Americas, 2010.

Marotta G.S, França G.S., Monico J.F.G, Fuck R.A., 2013a. Strains arising by seismic events in the SIRGAS-CON network region. *Journal of Geodetic Science*, Aceito para publicação, Doi: 10.2478/jogs-2013-0005.

Marotta G.S, França G.S., Monico J.F.G, Fuck R.A., 2013b. Estimate of Strain Rate of South America intraplate region by Geodesic Observation on SIRGAS-CON Network. Submetido ao *Journal of South American Earth Sciences*.

Monico, J.F.G., 2000. Posicionamento por Ponto de Alta Precisão Utilizando o GPS: Uma Solução para a Geodinâmica. *Revista Brasileira de Geofísica*, 18, 1, 39-48, doi: 10.1590/S0102-261X2000000100004.

Monico J.F.G., 2008. Posicionamento pelo GNSS: Descrição, Fundamentos e Aplicações, 2nd Edition. Editora UNESP.

Neumann I., Kutterer H., 2006. Congruency tests and outlier detection in deformation analysis with respect to observation imprecision. Presented at the 3rd IAG / 12th FIG Symposium, Baden, Austria, May 22-24, 2006.

Norabuena E., Leffler-Griffin L., Mao A., Dixon T., Stein S., Sacks I.S., Ocola L., Ellis M., 1998. Space geodetic observations of Nazca–South America convergence across the central Andes. *Science*, 279, 358, doi: 10.1126/science.279.5349.358.

Rossetti D.F., Bezerra F.H.R., Betard F., Góes A.M., Valeriano M.M., Andrades-Filho C.O., Mittani J.C.R., Tatum S.H., Neves B.B.B., 2011. Late Quaternary sedimentation in the Paraíba Basin, Northeastern Brazil: Landform, sea level

and tectonics in Eastern South America passive margin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 300, 191–204.

Ruegg J.C., Rudloff A., Vigny C., Madariaga R., de Chabalier J.B., Campos J., Kausel E., Barrientos S., Dimitrov D., 2009. Interseismic strain accumulation measured by GPS in the seismic gap between Constitución and Concepción in Chile. *Phys. Earth Planet. In.*, 175, 78-85.

Sánchez L.W., Seitz M., 2011. DGFI Report N° 87 - Recent activities of the IGS regional network associate analysis centre for SIRGAS. Presented at the Report for the SIRGAS 2011 General Meeting, Heredia, Costa Rica, August 8-10, 2011.

Satirapod C., Bamrungwong S., Vigny C., Lee H.-K., 2010. Change of strain rate in Thailand after the 26 december 2004 and 28 march 2005 earthquakes using GPS measurements. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 14, 215-220.

Seeber G., 2003. *Satellite Geodesy*. Berlin: de Gruyter.

Silva A.L., Costa S.M.A., Vaz J.A., 2010. Deslocamento das estações SIRGAS-CON em função do terremoto ocorrido no Chile - uma abordagem do centro de processamento SIRGAS – IBGE. Presented at the III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, Brazil, July 27-30, 2010.

Turcotte D.L., Schubert G., 2002. *Geodynamics*, 2nd Edition. Cambridge University Press.

Velasco M.S., Bennett R.A., Johnson R.A., Hreinsdóttir S., 2010. Subsurface fault geometries and crustal extension in the eastern basin and range province, western U.S.. *Tectonophysics*, 488, 1-4, 131-142.

Vigny C., Rudloff A., Ruegg J.-C., Madariaga R., Campos J., Alvarez M., 2009. Upper plate deformation measured by GPS in the Coquimbo gap, Chile. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 175, 86-95.

Wallace L.M., Stevens C., Silver E., McCaffrey R., LorantungW., Hasiata S., Stanaway R., Curley R., Rosa R., Taugaloidi J., 2004. GPS and seismological constraints on active tectonics and arc-continent collision in Papua New Guinea: Implications for mechanics of microplate rotations in a plate boundary zone. *Journal of Geophysical Research*, 109, B5404, 1-16.

Yu S.B., Kuo L.C., Hsu Y.J., Su H.H., Liu C.C., Hou C.S., Lee J. F., Lai T.C., Liu C.C., Liu C.L., Tseng T.F., Tsai C.S., Shin T.C., 2001. Preseismic deformation and coseismic displacements associated with the 1999 Chi-Chi, Taiwan, earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91, 5, 955-1012.

Zhang X., Jiang Z.-S., Wang Q., Wang S.-X., Cui D.-X., Zhang X.-L., 2005. Inversion for negative dislocation on elastic block boundaries in the northeastern margin of Qinghai-Xizang block and prediction for strong earthquake location. *Acta Seismologica Sinica*, 18, 666-677.

Zoback M.L., 1992. First- and Second-Order Patterns of Stress in the Lithosphere: The World Stress Map Project. *Journal of Geophysical Research*, 97, B8, 11,703-11,728.

Zumberge J.F., Heflin M.B., Jefferson D.C., Watkins M.M., Webb F.H., 1997. Precise Point Positioning for the efficient and robust analysis of GPS data from large networks. *Journal of Geophysical Research*, 102, B3, 5005-5017.

ANEXO I – MATERIAL SUPLEMENTAR

Dados: Capítulo 1 – Coordenadas extraídas de soluções semanais SIRGAS.

Evento Sísmico: 13/06/2005

Pontos	Semana GPS	Observações	Parâmetros	Graus de Liberdade	Sigma Posteriori	X	σ_X	Y	σ_Y	Z	σ_Z
AREQ	1326	8590529	17861	8572668	0,603551664	1942826,20983	0,00014	-5804070,32682	0,00037	-1796894,26781	0,00013
	1328	8829965	18449	8811516	0,597962592	1942826,20767	0,00013	-5804070,32275	0,00034	-1796894,26416	0,00012
COPO	1326	8590529	17861	8572668	0,603551664	1907040,77283	0,00010	-5337379,02543	0,00023	-2916334,84285	0,00014
	1328	8829965	18449	8811516	0,597962592	1907040,77300	0,00010	-5337379,02337	0,00022	-2916334,83978	0,00013
CUIB	1326	8590529	17861	8572668	0,603551664	3430711,39781	0,00018	-5099641,58151	0,00027	-1699432,86902	0,00011
	1328	8829965	18449	8811516	0,597962592	3430711,39857	0,00018	-5099641,58493	0,00026	-1699432,86921	0,00011
IQQE	1326	8590529	17861	8572668	0,603551664	2034208,51201	0,00013	-5629172,27627	0,00030	-2196141,84859	0,00013
	1328	8829965	18449	8811516	0,597962592	2034208,47795	0,00011	-5629172,32110	0,00026	-2196141,87303	0,00012
USNA	1326	8590529	17861	8572668	0,603551664	2412830,42984	0,00005	-5271936,72949	0,00007	-2652209,03458	0,00005
	1328	8829965	18449	8811516	0,597962592	2412830,43250	0,00005	-5271936,73093	0,00007	-2652209,03429	0,00005

Evento Sísmico: 08/01/2009

Pontos	Semana GPS	Observações	Parâmetros	Graus de Liberdade	Sigma Posteriori	X	σ_X	Y	σ_Y	Z	σ_Z
DAVI	1512	37463764	73375	37390389	0,671321193	830823,78896	0,00008	-6254882,46108	0,00033	928363,02975	0,00008
	1514	37615024	77416	37537608	0,711935770	830823,79113	0,00008	-6254882,46262	0,00033	928363,03257	0,00008
MANA	1512	37463764	73375	37390389	0,671321193	407981,86398	0,00004	-6222925,69692	0,00007	1333528,98773	0,00004
	1514	37615024	77416	37537608	0,711935770	407981,86335	0,00004	-6222925,69967	0,00007	1333528,98613	0,00004
ETCG	1512	37463764	73375	37390389	0,671321193	645208,28779	0,00005	-6249842,17832	0,00023	1100399,49390	0,00006
	1514	37615024	77416	37537608	0,711935770	645208,27946	0,00005	-6249842,17170	0,00025	1100399,51392	0,00006
GCGT	1512	37463764	73375	37390389	0,671321193	902661,64641	0,00006	-5954125,66830	0,00019	2093986,01733	0,00008
	1514	37615024	77416	37537608	0,711935770	902661,64719	0,00005	-5954125,67433	0,00018	2093986,01748	0,00008
GPLS	1512	37463764	73375	37390389	0,671321193	-33801,45242	0,00003	-6377516,52976	0,00007	-82154,35153	0,00003
	1514	37615024	77416	37537608	0,711935770	-33801,45088	0,00003	-6377516,53145	0,00007	-82154,34966	0,00003
IGN1	1512	37463764	73375	37390389	0,671321193	1144297,08937	0,00005	-6195649,81674	0,00016	989518,55356	0,00005
	1514	37615024	77416	37537608	0,711935770	1144297,08961	0,00005	-6195649,81214	0,00018	989518,55488	0,00005

Evento Sísmico: 27/02/2010

Pontos	Semana GPS	Observações	Parâmetros	Graus de Liberdade	Sigma Posteriori	X	σ_X	Y	σ_Y	Z	σ_Z
CATA	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2302597,66586	0,00013	-5117329,07458	0,00028	-3022751,26107	0,00017
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2302597,66373	0,00011	-5117329,08066	0,00023	-3022751,26658	0,00014
CALL	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1387454,20902	0,00006	-6081996,18352	0,00016	-1324212,20093	0,00006
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1387454,21056	0,00006	-6081996,18449	0,00016	-1324212,20135	0,00006
AZUL	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2566993,13263	0,00010	-4424962,81757	0,00017	-3796807,73721	0,00014
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2566993,11324	0,00009	-4424962,83152	0,00015	-3796807,73488	0,00012
ALUM	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2253309,66220	0,00009	-5206250,76783	0,00017	-2911357,31702	0,00010
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2253309,65780	0,00008	-5206250,76877	0,00015	-2911357,31608	0,00009
VBCA	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2319240,82858	0,00008	-4411743,96892	0,00014	-3966484,07337	0,00012
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2319240,80372	0,00008	-4411743,98934	0,00013	-3966484,06570	0,00012
UNSI	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1987485,06844	0,00009	-5065493,36235	0,00020	-3317557,44818	0,00013
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1987485,03658	0,00009	-5065493,36570	0,00019	-3317557,46154	0,00013
UNRO	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2627448,20504	0,00012	-4668383,19699	0,00020	-3450213,44473	0,00015
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2627448,18680	0,00010	-4668383,20289	0,00017	-3450213,44800	0,00013
UCOR	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2371430,06455	0,00007	-4904120,01581	0,00011	-3307377,40514	0,00008
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2371430,03895	0,00006	-4904120,01532	0,00011	-3307377,41056	0,00008
TERO	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2452644,48357	0,00010	-5086396,51262	0,00018	-2955957,22303	0,00011
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2452644,47385	0,00009	-5086396,50806	0,00015	-2955957,22328	0,00010
SRLP	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2224229,74266	0,00011	-4617565,95422	0,00022	-3783897,71667	0,00018
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2224229,69321	0,00011	-4617565,98316	0,00023	-3783897,71226	0,00018
SANT	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1769693,64048	0,00004	-5044574,18634	0,00006	-3468320,87901	0,00005
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1769693,36430	0,00005	-5044574,18057	0,00010	-3468320,98749	0,00007
RWSN	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1956973,43855	0,00016	-4217335,34799	0,00034	-4351745,45474	0,00035
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1956973,43327	0,00031	-4217335,36251	0,00065	-4351745,44993	0,00068
MZAS	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1940230,21471	0,00007	-4884145,45437	0,00015	-3603203,67950	0,00011
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1940230,01891	0,00007	-4884145,53232	0,00014	-3603203,70939	0,00010
MZAE	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1987261,26937	0,00008	-4955975,73388	0,00015	-3477976,94102	0,00011
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1987261,16790	0,00007	-4955975,76856	0,00014	-3477976,98043	0,00010
MZAC	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1932262,73814	0,00006	-5001226,55339	0,00012	-3444667,79812	0,00009
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1932262,63168	0,00006	-5001226,57712	0,00012	-3444667,84236	0,00009
LHCL	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2079355,62805	0,00009	-4582903,50049	0,00017	-3905925,63558	0,00014
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2079355,57413	0,00008	-4582903,54188	0,00015	-3905925,62558	0,00013
GLPS	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	-33801,39396	0,00004	-6377516,53528	0,00007	-82154,33887	0,00003

	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	-33801,39186	0,00004	-6377516,53437	0,00007	-82154,34030	0,00003
ESQU	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1498229,05848	0,00006	-4432287,09491	0,00012	-4321164,24167	0,00012
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1498229,05512	0,00006	-4432287,09307	0,00012	-4321164,24177	0,00011
GOPO	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1907040,85455	0,00008	-5337379,03214	0,00019	-2916334,76568	0,00011
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1907040,85845	0,00007	-5337379,03413	0,00016	-2916334,75930	0,00009
CONZ	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	1492007,76285	0,00004	-4887910,73345	0,00006	-3803639,85075	0,00005
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	1492004,78519	0,00005	-4887911,17857	0,00012	-3803640,36706	0,00009
CFAG	1571	64853865	176833	64677032	0,754371365	2016584,91642	0,00008	-5050165,65893	0,00016	-3323308,71301	0,00011
	1573	72364224	182455	72181769	0,749156514	2016584,88117	0,00007	-5050165,66350	0,00015	-3323308,72683	0,00010

Evento Sísmico: 04/04/2010

Pontos	Semana GPS	Observações	Parâmetros	Graus de Liberdade	Sigma Posteriori	X	σ_X	Y	σ_Y	Z	σ_Z
MEXI	1576	69992762	179062	69813700	0,741254097	-2312591,02037	0,00009	-4853743,59423	0,00018	3419740,52780	0,00013
	1579	70041506	162710	69878796	0,67948202	-2312590,92500	0,00012	-4853743,75089	0,00024	3419740,40133	0,00017
LPAZ	1576	69992762	179062	69813700	0,741254097	-2022283,55373	0,00007	-5461274,11634	0,00016	2592317,18461	0,00008
	1579	70041506	162710	69878796	0,67948202	-2022283,55640	0,00007	-5461274,11295	0,00016	2592317,18553	0,00008
HER2	1576	69992762	179062	69813700	0,741254097	-1996004,02232	0,00007	-5208674,51765	0,00015	3082959,54510	0,00010
	1579	70041506	162710	69878796	0,67948202	-1996004,02445	0,00007	-5208674,51786	0,00015	3082959,54391	0,00010
GOLD	1576	69992762	179062	69813700	0,741254097	-2353614,40334	0,00005	-4641385,29412	0,00006	3676976,41286	0,00005
	1579	70041506	162710	69878796	0,67948202	-2353614,40679	0,00004	-4641385,29462	0,00006	3676976,41162	0,00005
PIE1	1576	69992762	179062	69813700	0,741254097	-1640916,97738	0,00004	-5014781,19540	0,00007	3575447,06917	0,00006
	1579	70041506	162710	69878796	0,67948202	-1640916,97794	0,00004	-5014781,19637	0,00006	3575447,06929	0,00005

Dados: Capítulo 2 – Coordenadas e velocidades extraídas de soluções multianuais SIRGAS.

Sistema Cartesiano Geocêntrico – época de referência 2005,0. (<www.sirgas.org>, acesso 01/07/2011)

Ponto	X	Y	Z	VX	VY	VZ	ano	mês	dia	ano	mês	dia	σ_X	σ_Y	σ_Z	σ_{V_x}	σ_{V_y}	σ_{V_z}
ALAR	5043729,7074	-3753105,5516	-1072966,9959	-0,0006	-0,0044	0,0124	2008	4	11	2011	4	16	0,0015	0,0012	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
ALUM	2253309,6555	-5206250,7681	-2911357,3492	0,0020	-0,0004	0,0060	2009	2	16	2010	2	26	0,0032	0,0060	0,0032	0,0004	0,0007	0,0004
AMHU	2868209,9641	-5636111,8531	-827352,8439	-0,0023	-0,0034	0,0097	2008	1	30	2011	4	16	0,0011	0,0018	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
ANDS	898663,9935	-6160668,0793	1380782,8617	0,0116	0,0074	0,0056	2007	5	8	2008	8	7	0,0018	0,0060	0,0023	0,0003	0,0010	0,0003
ANTC	1608539,5688	-4816369,7107	-3847798,5367	0,0171	-0,0026	0,0076	2002	7	1	2010	2	20	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
AOML	982296,7209	-5664607,2137	2752614,5013	-0,0108	0,0012	0,0008	2000	1	2	2004	4	5	0,0003	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
APTO	1460797,7994	-6147200,8309	868399,4411	0,0136	0,0066	0,0103	2007	11	4	2010	1	11	0,0010	0,0029	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
ARCA	2086018,6891	-5976299,5807	781400,4818	-0,0045	0,0012	0,0104	2008	8	5	2011	4	7	0,0009	0,0019	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
AREQ	1942826,1895	-5804070,3280	-1796894,2732	0,0050	-0,0026	0,0087	2007	12	2	2011	4	16	0,0005	0,0009	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
ASC1	6118526,0546	-1572344,7367	-876451,0672	0,0002	-0,0056	0,0108	2000	1	2	2007	9	3	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
AUTF	1360918,8664	-3420457,9172	-5191175,2216	0,0124	-0,0065	0,0057	2002	1	10	2011	4	16	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
AZUE	1049978,0683	-6229340,6564	876934,1647	0,0250	0,0044	0,0135	2008	10	20	2010	6	14	0,0011	0,0038	0,0009	0,0003	0,0004	0,0003
AZUL	2566993,1144	-4424962,7687	-3796807,7718	0,0044	-0,0085	0,0069	2007	8	30	2010	2	26	0,0012	0,0017	0,0015	0,0003	0,0003	0,0003
BAIR	4659351,6238	-4174512,1850	-1242318,9088	0,0038	-0,0079	0,0101	2009	2	1	2011	4	16	0,0022	0,0020	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003
BANS	2132376,3733	-5935471,3246	948857,2330	-0,0035	-0,0012	0,0105	2006	5	21	2009	12	12	0,0009	0,0020	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
BATF	4677358,3410	-3889198,8010	-1911503,9695	-0,0029	-0,0083	0,0155	2009	2	1	2011	4	16	0,0025	0,0022	0,0012	0,0003	0,0003	0,0003
BAVC	4667609,3155	-4029356,4954	-1628384,8764	0,0047	-0,0081	0,0110	2009	7	26	2011	4	16	0,0030	0,0026	0,0013	0,0003	0,0003	0,0003
BELE	4228139,0387	-4772752,0878	-155761,3050	-0,0029	-0,0038	0,0129	2004	1	1	2011	4	16	0,0006	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
BERR	1703223,6814	-6104502,3397	716436,9111	0,0044	0,0036	0,0114	2007	5	25	2011	4	16	0,0006	0,0014	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
BOAV	3117452,2158	-5555487,8340	314480,8077	-0,0027	-0,0027	0,0121	2007	9	5	2011	4	16	0,0010	0,0015	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
BOGA	1744517,3825	-6116051,5791	512580,8989	-0,0182	0,0487	0,0174	2000	2	9	2011	4	16	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
BOMJ	4510195,8254	-4268322,3332	-1453035,2259	0,0006	-0,0062	0,0121	2000	1	21	2011	4	16	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
BQLA	1636421,5053	-6043722,3641	1211155,1639	0,0078	0,0060	0,0124	2007	9	29	2009	1	21	0,0018	0,0054	0,0016	0,0003	0,0006	0,0003

BRAZ	4115014,0809	-4550641,5633	-1741443,9541	0,0001	-0,0051	0,0118	2007	3	18	2011	4	16	0,0007	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
BRFT	4985393,5300	-3954993,4135	-428426,7079	-0,0002	-0,0043	0,0130	2007	6	24	2011	4	16	0,0010	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
BUCA	1838191,2874	-6057527,6731	785312,2032	0,0037	0,0023	0,0154	2005	9	28	2009	5	9	0,0006	0,0013	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
BUEN	1430383,8463	-6200818,1699	428933,9745	0,0059	0,0007	0,0139	2005	10	5	2011	1	27	0,0003	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
CALL	1387454,1062	-6081996,1852	-1324212,2686	0,0204	0,0002	0,0133	2009	7	26	2011	4	16	0,0011	0,0033	0,0010	0,0003	0,0003	0,0003
CART	1567348,5986	-6075293,5224	1142850,8168	0,0115	0,0070	0,0094	2000	2	4	2008	8	20	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
CASI	1613574,3800	-6107148,7807	880567,1534	0,0106	0,0005	0,0135	2009	1	4	2010	5	25	0,0016	0,0048	0,0012	0,0003	0,0005	0,0003
CATA	2302597,6343	-5117329,0301	-3022751,2899	0,0068	-0,0085	0,0056	2009	2	15	2010	2	26	0,0035	0,0060	0,0032	0,0004	0,0009	0,0005
CEFE	4562488,4910	-3871935,7988	-2200001,5084	0,0014	-0,0064	0,0112	2007	9	5	2011	4	16	0,0012	0,0010	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
CFAG	2016584,8730	-5050165,6328	-3323308,7618	0,0085	-0,0039	0,0101	2000	1	2	2010	2	26	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
CHET	179584,7821	-6048080,6733	2010447,3600	-0,0084	0,0029	-0,0006	2005	1	9	2011	4	16	0,0003	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
CHIH	-1552307,7944	-5382771,9616	3041779,7988	-0,0123	0,0010	-0,0059	2005	1	11	2011	4	16	0,0003	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
CHPI	4164613,8796	-4162456,8746	-2445028,8014	0,0026	-0,0070	0,0105	2003	5	8	2011	4	16	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
CIC1	-2433177,0940	-4845044,8850	3348295,8775	-0,0323	0,0281	0,0167	2000	1	2	2009	12	13	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
COL2	-1427005,6230	-5852976,0380	2089088,9661	-0,0047	-0,0011	-0,0008	2005	1	9	2011	4	16	0,0003	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
COPO	1907040,7413	-5337378,9869	-2916334,8000	0,0232	-0,0085	0,0070	2008	7	5	2010	2	26	0,0015	0,0036	0,0021	0,0003	0,0004	0,0003
CRAT	4888826,0103	-4017957,4479	-798308,9413	0,0043	-0,0027	0,0108	2008	3	7	2010	12	28	0,0014	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
CRCS	2459721,8653	-5770508,8867	1155112,0356	-0,0008	0,0023	0,0108	2006	5	21	2011	4	16	0,0006	0,0010	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
CRUZ	1883105,4491	-6035606,2568	-839206,2519	-0,0013	-0,0030	0,0109	2007	9	5	2009	11	4	0,0024	0,0060	0,0014	0,0003	0,0008	0,0003
CUCU	1901228,7061	-6025504,3035	870700,4714	0,0027	0,0030	0,0139	2004	3	12	2011	4	16	0,0004	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
CUEC	1215704,3272	-6255712,1669	-318818,9896	0,0009	-0,0037	0,0073	2008	11	17	2011	4	16	0,0008	0,0027	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
CUIB	3430711,3941	-5099641,5809	-1699432,8644	0,0010	-0,0049	0,0101	2007	4	10	2011	4	16	0,0007	0,0008	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
CULC	-1733738,9752	-5528108,5952	2658500,5649	-0,0114	0,0022	-0,0074	2007	10	4	2011	4	16	0,0007	0,0015	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003
DAVI	830823,7036	-6254882,4771	928362,9843	0,0213	0,0044	0,0127	2008	10	20	2011	4	16	0,0008	0,0030	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
DORA	1679425,2187	-6123536,8699	602182,2432	0,0033	0,0018	0,0148	2006	2	16	2011	4	16	0,0003	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
EBYP	3178529,9068	-4693288,1351	-2914645,4635	-0,0028	-0,0031	0,0109	2009	11	22	2011	4	16	0,0035	0,0060	0,0032	0,0004	0,0006	0,0004
ELEN	14103,7805	-6103995,0181	1843981,7431	-0,0078	-0,0017	0,0013	2001	12	8	2011	4	16	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003

ESMR	1137649,9139	-6275256,3283	103347,5991	0,0167	0,0007	0,0144	2009	6	28	2011	4	16	0,0012	0,0040	0,0007	0,0003	0,0004	0,0003
ESQU	1498229,0708	-4432287,0517	-4321164,2862	-0,0016	-0,0071	0,0082	2008	10	6	2011	4	16	0,0008	0,0017	0,0016	0,0003	0,0003	0,0003
ESTI	394283,5447	-6201541,4117	1436325,8515	0,0145	0,0003	0,0123	2000	5	12	2003	2	26	0,0004	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
EXUO	1427635,0897	-5672506,8979	2534091,6871	-0,0089	-0,0007	0,0050	2007	7	1	2011	4	16	0,0006	0,0015	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003
FLOR	1585141,1006	-6175731,4485	179144,8499	-0,0026	-0,0006	0,0081	2006	11	2	2011	4	16	0,0005	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
FQNE	1779063,7791	-6097672,8891	603896,6839	0,0018	0,0023	0,0134	2007	9	30	2010	12	23	0,0009	0,0024	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
GALA	-33795,7045	-6377522,6295	-82120,8060	0,0507	0,0014	0,0095	2000	2	4	2002	11	9	0,0004	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
GCGT	902661,6767	-5954125,6688	2093986,0159	-0,0077	0,0012	0,0013	2005	6	9	2011	4	16	0,0004	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
GOJA	3761502,4068	-4767352,9918	-1946325,9199	-0,0005	-0,0042	0,0118	2008	6	10	2011	4	16	0,0013	0,0015	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003
GOLD	-2353614,3179	-4641385,3272	3676976,4374	-0,0172	0,0060	-0,0030	2000	7	1	2011	4	16	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Goug	4795578,6672	-835299,3847	-4107633,9464	0,0175	0,0182	0,0135	2000	1	2	2006	12	7	0,0006	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
GTKO	1919596,6633	-5620954,2318	2316053,9341	-0,0078	-0,0016	0,0067	2007	7	1	2010	8	11	0,0008	0,0019	0,0009	0,0003	0,0003	0,0003
GUAT	-56063,5816	-6174978,6718	1596665,2716	0,0054	0,0012	0,0029	2000	7	30	2011	4	16	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
GVAL	4490200,8014	-4036984,9470	-2048288,3345	0,0017	-0,0064	0,0117	2004	7	2	2011	4	16	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Gyec	1118628,4034	-6274783,8341	-237610,3272	0,0049	0,0023	0,0130	2008	9	1	2011	4	16	0,0007	0,0020	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
HER2	-1996003,9577	-5208674,5182	3082959,5859	-0,0126	0,0009	-0,0068	2005	1	9	2011	4	16	0,0004	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
IBAG	1623166,6349	-6149837,6522	489244,1722	0,0021	0,0012	0,0131	2006	2	18	2010	1	13	0,0009	0,0025	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
ICAM	-55248,5872	-6001113,5313	2152446,1918	-0,0086	0,0045	-0,0011	2009	3	22	2011	4	16	0,0008	0,0042	0,0017	0,0003	0,0004	0,0003
ICEP	-859277,3896	-5972129,1460	2067506,6891	-0,0031	0,0074	-0,0050	2009	7	12	2011	4	16	0,0013	0,0052	0,0021	0,0003	0,0005	0,0003
IDGO	-1469909,6533	-5640213,5971	2585866,5774	-0,0113	0,0006	-0,0050	2009	3	22	2011	4	16	0,0013	0,0041	0,0020	0,0003	0,0004	0,0003
IMBT	3714771,5529	-4221851,0982	-2999473,8732	0,0006	-0,0068	0,0105	2007	9	5	2011	4	16	0,0009	0,0009	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
IMPZ	4289656,4299	-4680884,9431	-606347,2620	-0,0022	-0,0035	0,0123	2000	1	21	2011	4	16	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
IQQE	2034208,4577	-5629172,3213	-2196141,8836	0,0246	0,0015	0,0156	2008	6	29	2011	4	16	0,0006	0,0012	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
IQUI	1832254,6529	-6095126,7354	-416285,4875	0,0028	-0,0157	0,0105	2009	7	26	2011	4	16	0,0014	0,0041	0,0007	0,0003	0,0004	0,0003
ISPA	-1881703,6606	-5359979,7243	-2890599,2407	0,0634	-0,0200	-0,0055	2004	2	14	2011	4	16	0,0004	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
JAMA	1388059,8268	-5909149,0374	1951963,8843	0,0016	0,0050	0,0087	2000	1	2	2003	9	5	0,0004	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
JBAL	2335115,5595	-5153171,4417	-2935953,1934	0,0043	-0,0028	0,0063	2009	11	22	2011	4	16	0,0022	0,0042	0,0026	0,0003	0,0004	0,0003

KOUR	3839591,3906	-5059567,5610	579957,0458	-0,0031	-0,0023	0,0132	2006	7	2	2011	4	16	0,0006	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
KYW1	842464,4314	-5741929,0079	2637061,5233	-0,0095	-0,0003	0,0018	2000	1	2	2007	10	10	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
LHCL	2079355,6121	-4582903,4576	-3905925,6682	0,0040	-0,0080	0,0065	2002	7	4	2010	2	26	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
LJEC	1192829,0155	-6252161,6209	-440799,2067	0,0000	-0,0066	0,0069	2009	2	2	2011	4	16	0,0008	0,0023	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
LPAZ	-2022283,3315	-5461274,2471	2592317,0954	-0,0424	0,0264	0,0179	2005	1	9	2011	4	16	0,0004	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
LPGS	2780102,9966	-4437418,9174	-3629404,5123	0,0046	-0,0082	0,0081	2000	1	2	2010	2	26	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
MABA	4156055,6442	-4801656,5112	-592100,5928	-0,0006	-0,0044	0,0129	2007	9	5	2011	4	16	0,0011	0,0012	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
MAGA	1654991,2078	-6074533,3919	1017358,6376	0,0087	0,0103	0,0106	2009	1	4	2010	9	2	0,0016	0,0048	0,0013	0,0003	0,0005	0,0003
MAPA	4005461,1400	-4963550,3097	5162,3008	-0,0002	-0,0049	0,0126	2006	1	13	2011	4	16	0,0007	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
MARA	1976117,1681	-5948895,1686	1173592,2375	0,0044	0,0110	0,0118	2008	7	16	2011	4	16	0,0011	0,0028	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
MCLA	4404519,5842	-4235798,4055	-1823409,1066	0,0024	-0,0067	0,0108	2004	7	2	2011	4	16	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
MECO	2946968,5722	-4730056,9640	-3091865,0136	0,0011	-0,0074	0,0082	2006	10	19	2011	4	16	0,0007	0,0010	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
MEDE	1579608,4277	-6142783,8365	684352,2931	0,0051	-0,0009	0,0157	2005	9	18	2011	4	16	0,0003	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
MERI	39480,7863	-5957733,1014	2269335,1275	-0,0087	0,0006	0,0001	2005	1	9	2011	4	16	0,0004	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
MEXI	-2312590,9051	-4853743,6623	3419740,4546	-0,0209	0,0129	0,0155	2005	1	9	2010	4	3	0,0006	0,0007	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
MGBH	4320741,8030	-4161560,4614	-2161984,1696	0,0034	-0,0093	0,0101	2009	2	1	2011	4	16	0,0023	0,0022	0,0013	0,0003	0,0003	0,0003
MGIN	4076879,9428	-4270390,9211	-2407418,0595	0,0019	-0,0077	0,0099	2008	2	13	2011	4	16	0,0011	0,0011	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
MOTE	1539876,9063	-6112744,6278	968435,2678	0,0118	0,0097	0,0081	2006	3	21	2008	4	27	0,0016	0,0050	0,0012	0,0003	0,0007	0,0003
MPLA	2700316,8313	-4243736,7150	-3908569,7380	0,0054	-0,0088	0,0082	2002	9	22	2008	2	3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
MSCG	3468912,0697	-4870550,4328	-2213735,4631	0,0010	-0,0052	0,0114	2008	1	13	2011	4	16	0,0010	0,0013	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
MSDO	3404321,3345	-4828421,5632	-2396836,9366	-0,0019	-0,0038	0,0129	2009	7	31	2011	4	16	0,0030	0,0041	0,0023	0,0003	0,0004	0,0003
MTBA	3755485,2863	-4852853,5215	-1735109,1924	-0,0032	-0,0048	0,0107	2008	9	1	2011	4	11	0,0012	0,0014	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
MTCO	3553110,8256	-5161363,4448	-1187759,9759	0,0024	-0,0060	0,0105	2009	7	12	2011	4	16	0,0023	0,0032	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003
MTSF	3960733,8364	-4832787,7290	-1276215,1099	-0,0002	-0,0040	0,0117	2008	4	6	2011	4	16	0,0011	0,0012	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
MTY2	-1029483,4542	-5657637,2341	2750926,1223	-0,0106	0,0013	-0,0039	2005	1	9	2011	4	16	0,0004	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
MZAC	1932262,6805	-5001226,5226	-3444667,8481	0,0113	-0,0044	0,0103	2004	6	9	2010	2	26	0,0003	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
MZAE	1987261,2343	-4955975,7154	-3477976,9847	0,0075	-0,0030	0,0088	2007	5	20	2010	2	26	0,0009	0,0016	0,0012	0,0003	0,0003	0,0003

MZAS	1940230,1739	-4884145,4177	-3603203,7184	0,0084	-0,0060	0,0080	2007	1	17	2010	2	26	0,0007	0,0012	0,0009	0,0003	0,0003	0,0003
NAS0	1255070,8214	-5643661,8797	2684338,9740	-0,0091	0,0019	0,0034	2007	7	1	2010	12	25	0,0006	0,0015	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003
NAUS	3179409,3657	-5519130,6554	-334110,1015	0,0004	-0,0068	0,0121	2006	1	1	2011	4	16	0,0006	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
NEIA	3875254,9809	-4292588,7160	-2681108,7144	0,0042	-0,0082	0,0096	2006	1	5	2009	11	16	0,0012	0,0013	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003
NEVA	1617259,9675	-6161575,1481	324674,6563	0,0015	0,0013	0,0143	2005	11	19	2011	4	16	0,0005	0,0010	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
OAX2	-713483,0346	-6058316,0827	1861594,6969	-0,0038	-0,0001	0,0034	2005	1	9	2011	4	16	0,0004	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
OHI2	1525811,8704	-2432478,2152	-5676165,5919	0,0184	-0,0021	0,0017	2002	2	15	2011	4	16	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
PALM	1192671,9088	-2450887,6102	-5747096,0336	0,0172	-0,0058	-0,0013	2000	1	21	2011	4	16	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
PARC	1255992,4423	-3622975,1192	-5079719,2669	0,0080	-0,0067	0,0086	2001	12	12	2011	4	16	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
PBCG	5125899,4032	-3711505,6221	-795650,5475	0,0010	-0,0060	0,0118	2008	4	9	2011	4	16	0,0015	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
PDES	1753203,6621	-3922031,1020	-4698513,5123	0,0024	-0,0122	0,0057	2005	5	5	2007	7	25	0,0011	0,0021	0,0025	0,0003	0,0003	0,0004
PEPE	4785329,9259	-4087942,4777	-1033193,9405	0,0012	-0,0054	0,0120	2008	1	13	2011	4	16	0,0013	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
PERA	1571418,6751	-6160208,4187	529446,4022	0,0034	0,0017	0,0156	2004	2	20	2010	12	22	0,0003	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
PISR	4629725,2543	-4272600,2652	-994572,5595	0,0046	-0,0125	0,0121	2009	7	12	2011	4	16	0,0030	0,0029	0,0010	0,0003	0,0003	0,0003
POAL	3467519,4094	-4300378,5489	-3177517,6738	0,0033	-0,0073	0,0097	2000	1	21	2011	4	16	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
POLI	4010099,5120	-4259927,3205	-2533538,7326	0,0023	-0,0071	0,0100	2007	1	1	2011	4	16	0,0008	0,0007	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
POPA	1477067,4389	-6200659,1073	270141,2823	0,0035	0,0015	0,0131	2006	6	29	2011	4	16	0,0005	0,0010	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
POVE	2774265,6202	-5662060,1295	-959415,9225	-0,0010	-0,0051	0,0108	2006	1	4	2011	4	16	0,0005	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
PPTTE	3687624,3551	-4620818,6750	-2386880,3035	0,0043	-0,0091	0,0089	2006	1	1	2011	4	16	0,0006	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
PRGU	3590927,1184	-4512405,6420	-2718013,2956	0,0014	-0,0084	0,0088	2009	7	12	2011	4	16	0,0023	0,0028	0,0018	0,0003	0,0003	0,0003
PRMA	3610720,8381	-4611288,4069	-2518636,2872	-0,0005	-0,0056	0,0126	2009	7	12	2011	4	16	0,0030	0,0038	0,0022	0,0003	0,0004	0,0003
PSTO	1404951,7417	-6222655,0880	134028,6018	0,0029	0,0001	0,0128	2005	9	18	2011	4	16	0,0006	0,0014	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
PUR3	2358177,9110	-5573619,6423	2007083,9539	0,0066	0,0079	0,0115	2000	1	2	2007	3	19	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
QUI1	1272867,3191	-6252772,1250	-23801,7621	0,0078	0,0009	0,0102	2004	1	1	2009	8	1	0,0005	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
RECF	5176588,6267	-3618162,1550	-887363,8491	-0,0018	-0,0024	0,0122	2000	1	21	2011	4	16	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
RIO2	1429907,7893	-3495354,8133	-5122698,6450	0,0078	-0,0076	0,0077	2007	4	21	2011	4	16	0,0003	0,0005	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
RIOB	2373576,7839	-5817088,3659	-1096515,6976	-0,0006	-0,0048	0,0104	2007	9	5	2011	4	16	0,0006	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003

RIOD	4280294,8827	-4034431,2409	-2458141,3191	0,0011	-0,0061	0,0115	2001	8	20	2011	4	16	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
RIOH	1841101,0035	-5973351,3534	1264686,5420	0,0099	0,0064	0,0137	2005	10	24	2008	8	20	0,0008	0,0018	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
RIOP	1255144,9675	-6253609,4556	-182569,8400	0,0000	0,0019	0,0080	2007	4	29	2011	4	16	0,0005	0,0013	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
RJCG	4450354,2551	-3913332,7924	-2350256,3191	0,0005	-0,0064	0,0108	2008	4	11	2011	4	16	0,0014	0,0012	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003
RNMO	5051170,1796	-3851509,5015	-574681,3310	-0,0025	-0,0019	0,0125	2009	2	1	2011	4	16	0,0023	0,0018	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
RNNA	5184572,5152	-3658358,2481	-644238,5761	-0,0012	-0,0041	0,0117	2009	2	1	2011	4	16	0,0025	0,0018	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
ROGM	2615472,4330	-5694455,8927	-1185599,8599	0,0006	-0,0038	0,0103	2008	1	13	2011	4	16	0,0008	0,0013	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
ROJI	2945010,5671	-5529377,0106	-1194259,2558	0,0002	-0,0052	0,0110	2008	4	4	2011	4	16	0,0007	0,0011	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
ROSA	3551520,4988	-4704836,1481	-2428155,6537	-0,0006	-0,0014	0,0084	2009	9	13	2011	4	16	0,0028	0,0036	0,0021	0,0003	0,0003	0,0003
RWSN	1956973,4307	-4217335,3006	-4351745,4921	0,0024	-0,0089	0,0073	2000	1	22	2010	2	26	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SAGA	2486243,7639	-5873685,3078	-15906,7581	-0,0015	-0,0061	0,0113	2007	9	16	2011	4	16	0,0008	0,0016	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SALU	4566947,9012	-4443098,5038	-286674,7403	-0,0020	-0,0035	0,0120	2007	9	5	2011	4	16	0,0010	0,0009	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SALV	4863495,7203	-3870312,3592	-1426347,7484	0,0023	-0,0050	0,0111	2000	1	21	2008	9	5	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SAMA	1704996,1812	-6020152,3567	1233459,1961	0,0082	0,0103	0,0121	2006	5	4	2011	4	16	0,0003	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SANT	1769693,5198	-5044574,1629	-3468320,9408	0,0235	-0,0042	0,0125	2000	1	2	2010	2	26	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SCCH	3450305,4412	-4512731,6757	-2892128,1988	-0,0010	-0,0051	0,0109	2008	4	25	2011	4	16	0,0012	0,0014	0,0009	0,0003	0,0003	0,0003
SCLA	3606986,0604	-4345293,2526	-2956654,1463	-0,0009	-0,0051	0,0107	2008	4	4	2011	4	16	0,0012	0,0013	0,0009	0,0003	0,0003	0,0003
SCRZ	2743005,9135	-5420745,2426	-1937117,1514	0,0025	-0,0060	0,0115	2009	12	27	2011	4	16	0,0025	0,0045	0,0020	0,0003	0,0004	0,0003
SCUB	1474538,0930	-5811243,2726	2168958,8276	-0,0055	0,0002	0,0042	2000	1	6	2011	4	16	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SJRP	3885706,8836	-4527123,9311	-2249400,0645	0,0049	-0,0127	0,0083	2009	9	13	2011	4	16	0,0028	0,0032	0,0018	0,0003	0,0003	0,0003
SLOR	277528,9886	-6198801,8011	1471065,6183	0,0126	0,0016	0,0054	2000	9	21	2002	8	5	0,0005	0,0012	0,0004	0,0003	0,0007	0,0003
SMAR	3280748,4118	-4468909,7577	-3143408,6331	0,0025	-0,0064	0,0102	2002	7	19	2010	2	26	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SMRT	2743826,1916	-5410452,4899	1962822,9545	0,0057	0,0091	0,0133	2007	5	25	2011	4	16	0,0008	0,0012	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
SRLP	2224229,7241	-4617565,9091	-3783897,7502	0,0042	-0,0076	0,0070	2008	9	15	2010	2	26	0,0029	0,0058	0,0032	0,0003	0,0006	0,0005
SRNW	3455962,5031	-5320074,8926	656216,0431	-0,0040	-0,0001	0,0111	2006	1	9	2011	4	16	0,0007	0,0009	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SRZN	3623419,9951	-5214015,4454	602359,1935	-0,0037	-0,0013	0,0124	2006	2	3	2011	4	16	0,0007	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
SVIC	3303870,0574	-4629721,6346	-2877846,0494	-0,0028	-0,0052	0,0083	2009	7	26	2011	4	16	0,0025	0,0034	0,0023	0,0003	0,0003	0,0003

TAMP	-807922,6341	-5849358,2546	2402967,6901	-0,0098	0,0011	-0,0031	2005	1	9	2011	4	16	0,0005	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
TEG1	301692,7056	-6181037,6590	1542881,1759	0,0093	-0,0016	0,0055	2001	10	25	2004	4	7	0,0005	0,0021	0,0006	0,0003	0,0008	0,0003
TERO	2452644,4546	-5086396,4614	-2955957,2602	0,0058	-0,0089	0,0073	2009	2	16	2010	2	26	0,0035	0,0060	0,0032	0,0004	0,0008	0,0005
TOGU	4093503,2475	-4717194,8350	-1290037,7857	0,0010	-0,0053	0,0118	2008	4	16	2011	4	16	0,0011	0,0011	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
TOL2	-1009229,1614	-5939511,4322	2094889,2376	-0,0067	0,0020	-0,0024	2005	1	9	2011	4	16	0,0005	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
TOPL	4174345,6180	-4690236,7117	-1118921,3605	-0,0006	-0,0048	0,0121	2008	1	2	2011	4	16	0,0010	0,0010	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
TUCU	2386117,1899	-5171223,3022	-2862949,1138	0,0023	0,0000	0,0092	2006	8	31	2011	4	16	0,0008	0,0014	0,0008	0,0003	0,0003	0,0003
UBER	4014997,2223	-4509022,4383	-2052040,6402	0,0012	-0,0064	0,0101	2004	7	14	2011	4	16	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
UCOR	2371430,0459	-4904119,9412	-3307377,4437	0,0036	-0,0132	0,0082	2008	11	23	2010	2	26	0,0021	0,0038	0,0027	0,0003	0,0004	0,0003
UFPR	3763751,6751	-4365113,8348	-2724404,6483	0,0005	-0,0065	0,0105	2007	9	5	2011	4	16	0,0009	0,0009	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
UGTO	-1164730,1277	-5843944,6753	2272414,2447	-0,0092	-0,0009	-0,0026	2007	7	26	2011	4	16	0,0006	0,0015	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
UNRO	2627448,1904	-4668383,1735	-3450213,4990	0,0044	-0,0060	0,0093	2004	4	2	2010	2	26	0,0005	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
UNSA	2412830,4475	-5271936,6975	-2652209,0296	0,0012	-0,0094	0,0100	2008	7	28	2010	2	26	0,0014	0,0028	0,0015	0,0003	0,0003	0,0003
URUS	2361785,5038	-5595048,6590	-1954576,7478	0,0078	-0,0018	0,0135	2010	2	24	2011	4	16	0,0027	0,0056	0,0024	0,0003	0,0005	0,0003
USLP	-1129695,0439	-5803303,9102	2389927,0081	-0,0093	0,0028	-0,0038	2008	9	1	2011	4	16	0,0007	0,0023	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003
UYMO	2909133,0043	-4355451,2799	-3627801,2056	0,0021	-0,0076	0,0098	2009	3	8	2010	2	26	0,0039	0,0063	0,0032	0,0004	0,0006	0,0005
UYRO	3144469,6507	-4258022,0672	-3546571,9697	0,0028	-0,0069	0,0100	2008	2	24	2010	2	26	0,0021	0,0027	0,0023	0,0003	0,0003	0,0003
UYTA	3042868,1912	-4500645,4584	-3330675,3998	0,0009	-0,0037	0,0108	2008	10	27	2010	2	26	0,0033	0,0051	0,0032	0,0004	0,0005	0,0004
VALL	1807579,7281	-6006678,3530	1151876,7916	0,0076	0,0060	0,0139	2004	3	24	2011	4	16	0,0005	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
VALP	1687310,2819	-5079964,5219	-3456509,3401	0,0290	-0,0009	0,0197	2000	5	11	2010	2	26	0,0005	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
VARG	4165518,2820	-4229235,7934	-2327739,5888	0,0007	-0,0042	0,0107	2004	7	2	2009	9	6	0,0010	0,0009	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003
VBCA	2319240,8133	-4411743,9265	-3966484,1134	0,0034	-0,0073	0,0081	2000	3	8	2010	2	26	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
VESL	2009329,7883	-99741,4743	-6033158,4300	0,0104	-0,0003	0,0037	2000	1	26	2011	4	16	0,0005	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
VICO	4373283,3118	-4059639,0606	-2246959,6638	0,0021	-0,0059	0,0114	2000	1	21	2011	4	16	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
VIL2	-310300,6360	-6060324,0202	1957383,6108	-0,0079	0,0029	-0,0004	2005	1	9	2011	4	16	0,0005	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
VIVI	1798110,7454	-6103160,6738	450209,5826	-0,0032	0,0005	0,0088	2008	1	24	2011	3	3	0,0010	0,0025	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
YOPA	1921562,4143	-6053497,5397	587652,0656	-0,0023	-0,0011	0,0106	2005	12	3	2008	5	4	0,0013	0,0036	0,0007	0,0003	0,0005	0,0003

Dados: Capítulo 2 – Taxas de deformação da rede SIRGAS-CON.

Rede	Long	Lat	e_{xx}	σe_{xx}	e_{xy}	σe_{xy}	e_{yy}	σe_{yy}	E_1	σE_1	E_2	σE_2	β	$\sigma\beta$	D	σD
AREQ CALL IQQE	-72.924611	-16.267311	-2.63E-02	2.79E-03	-5.18E-02	3.79E-03	-8.44E-02	4.94E-03	4.05E-03	4.84E-04	-1.15E-01	7.58E-03	-4.28E+01	3.88E+00	-1.11E-01	7.60E-03
DORA BOGA FQNE	-74.159357	5.186622	-8.81E-02	4.01E-03	3.30E-02	3.42E-03	-1.38E-02	4.11E-03	-1.28E-03	4.46E-03	-1.01E-01	3.90E-03	-4.39E+01	3.26E+00	-1.02E-01	5.92E-03
QUI1 RIOP PSTO	-78.140599	-0.218014	1.35E-02	4.18E-03	3.09E-02	9.08E-03	-1.05E-01	1.91E-02	2.11E-02	1.61E-03	-1.12E-01	2.22E-02	-7.25E+01	3.90E+01	-9.10E-02	2.23E-02
IBAG BOGA DORA	-74.652662	4.840190	-2.41E-02	3.71E-03	5.95E-02	2.78E-03	-6.42E-02	3.51E-03	1.86E-02	3.16E-03	-1.07E-01	3.83E-03	-5.55E+01	2.57E+00	-8.83E-02	4.97E-03
COPO VALP CFAG	-70.065659	-30.671313	-7.80E-03	6.15E-04	-1.48E-02	9.27E-04	-6.30E-02	1.64E-03	-4.11E-03	7.00E-04	-6.67E-02	1.41E-03	-5.42E+01	3.65E+00	-7.08E-02	1.57E-03
SANT MZAC CFAG	-69.258925	-32.549203	4.12E-03	6.12E-03	-5.82E-03	5.10E-03	-7.09E-02	3.82E-03	4.57E-03	6.78E-03	-7.14E-02	3.19E-03	-2.93E+01	1.20E+01	-6.68E-02	7.50E-03
SANT MZAS MZAC	-69.292881	-33.553448	2.28E-03	2.92E-03	-1.27E-02	2.37E-03	-6.85E-02	2.11E-03	4.48E-03	2.38E-03	-7.07E-02	2.50E-03	-3.65E+01	4.20E+00	-6.63E-02	3.45E-03
MOTE APTO CASI	-75.897699	8.219530	-3.17E-02	4.71E-03	1.62E-02	2.58E-03	-2.90E-02	2.82E-03	-1.41E-02	3.12E-03	-4.66E-02	3.60E-03	-2.82E+01	3.34E+00	-6.07E-02	4.76E-03
GALA CALL LIEC	-82.217159	-5.597944	-7.72E-03	7.13E-04	-2.02E-02	7.18E-04	-5.20E-02	6.47E-04	1.30E-04	3.59E-04	-5.99E-02	1.08E-03	-4.48E+01	1.52E+00	-5.97E-02	1.14E-03
BUEN MEDE APTO	-76.407243	5.986404	-9.66E-03	1.02E-03	2.53E-02	1.33E-03	-4.69E-02	4.93E-03	3.10E-03	1.14E-03	-5.97E-02	4.12E-03	-4.87E+01	5.28E+00	-5.66E-02	4.27E-03
CHIH GOLD MEXI	-112.817231	32.240113	-8.24E-02	2.83E-03	-1.64E-02	2.71E-03	2.79E-02	2.37E-03	3.03E-02	1.62E-03	-8.48E-02	3.51E-03	-1.94E+01	2.35E+00	-5.45E-02	3.87E-03
UNSA URUS IQQE	-67.551249	-20.984600	-6.17E-05	7.31E-04	-5.02E-03	6.13E-04	-5.31E-02	1.22E-03	4.10E-04	6.75E-04	-5.36E-02	1.23E-03	-4.28E+01	6.48E+00	-5.32E-02	1.40E-03
ALUM COPO CFAG	-68.389171	-28.770040	-5.72E-03	8.44E-04	-8.34E-03	1.01E-03	-4.53E-02	1.48E-03	-4.03E-03	8.06E-04	-4.70E-02	1.49E-03	-6.27E+01	8.49E+00	-5.10E-02	1.69E-03
CASI MAGA MOTE	-75.273503	8.673551	-2.05E-02	3.27E-03	2.28E-02	2.68E-03	-2.97E-02	4.29E-03	-1.84E-03	2.89E-03	-4.84E-02	3.96E-03	-4.28E+01	4.59E+00	-5.02E-02	4.90E-03
ESMR PSTO BUEN	-78.003958	2.009460	4.32E-03	1.66E-03	4.73E-03	1.81E-03	-5.18E-02	1.81E-03	4.72E-03	1.46E-03	-5.21E-02	2.02E-03	-8.99E+01	3.28E+01	-4.74E-02	2.49E-03
CASI APTO MEDE	-75.803781	7.355343	-1.46E-02	1.84E-03	2.61E-02	2.10E-03	-3.06E-02	2.70E-03	4.67E-03	2.75E-03	-4.99E-02	2.29E-03	-5.06E+01	3.05E+00	-4.52E-02	3.59E-03
ANTC SANT VALP	-71.275565	-34.505412	2.23E-02	7.99E-04	-1.55E-02	3.29E-03	-6.65E-02	4.80E-03	2.50E-02	1.65E-03	-6.92E-02	4.90E-03	-2.10E+01	3.41E+00	-4.42E-02	5.17E-03
ESMR BUEN AZUE	-79.055770	4.257452	-9.70E-04	5.76E-04	3.52E-03	6.06E-04	-4.29E-02	1.54E-03	-6.77E-04	6.01E-04	-4.32E-02	1.53E-03	-4.00E+01	1.03E+01	-4.38E-02	1.64E-03
MZAS MZAE MZAC	-68.453383	-33.588300	-2.22E-03	2.04E-03	-1.77E-02	5.28E-03	-4.08E-02	9.98E-03	4.64E-03	2.53E-03	-4.76E-02	1.14E-02	-3.84E+01	1.44E+01	-4.30E-02	1.17E-02
CUCU MAGA BUCA	-73.455675	8.085747	-1.61E-02	3.37E-03	5.83E-03	2.09E-03	-2.47E-02	3.36E-03	-1.31E-02	3.75E-03	-2.77E-02	1.74E-03	-1.71E+01	4.26E+00	-4.08E-02	4.13E-03
IQQE COPO UNSA	-68.625865	-24.128508	5.45E-03	5.50E-04	1.69E-03	5.08E-04	-4.62E-02	8.51E-04	5.51E-03	5.57E-04	-4.62E-02	8.52E-04	2.39E+01	1.03E+01	-4.07E-02	1.02E-03
CIC1 ISPA LPAZ	-112.109840	9.628164	4.50E-03	9.61E-05	-7.88E-03	6.51E-04	-4.38E-02	2.10E-03	5.75E-03	9.67E-05	-4.50E-02	2.22E-03	-3.00E+01	4.14E+00	-3.93E-02	2.22E-03
BATF RECF SALV	-37.735740	-12.871501	-1.18E-02	3.43E-03	1.74E-02	7.26E-03	-2.68E-02	1.50E-02	-3.40E-04	4.55E-04	-3.83E-02	1.80E-02	-4.44E+01	2.90E+01	-3.87E-02	1.80E-02

FQNE BERR DORA	-74.269477	5.804623	-2.52E-02	3.10E-03	2.17E-03	3.34E-03	-1.30E-02	4.10E-03	-1.26E-02	4.37E-03	-2.56E-02	2.94E-03	-8.36E+00	1.10E+01	-3.81E-02	5.26E-03
ANTC MZAS SANT	-70.178373	-35.034631	1.55E-02	1.03E-03	2.90E-03	9.56E-04	-5.35E-02	1.85E-03	1.56E-02	9.97E-04	-5.36E-02	1.85E-03	1.29E+01	5.35E+00	-3.80E-02	2.10E-03
GYEC RIOP QUI1	-79.012193	-1.338370	1.91E-02	3.40E-03	4.69E-03	4.63E-03	-5.67E-02	5.67E-03	1.94E-02	2.97E-03	-5.70E-02	6.14E-03	1.77E+01	2.27E+01	-3.76E-02	6.82E-03
MZAC MZAE CFAG	-68.419428	-32.584055	8.09E-03	2.18E-03	-1.69E-02	3.63E-03	-4.36E-02	7.44E-03	1.31E-02	3.17E-03	-4.87E-02	7.61E-03	-2.94E+01	6.62E+00	-3.56E-02	8.25E-03
BANS MARA CUCU	-71.450349	9.061696	1.63E-03	1.29E-03	4.87E-03	1.26E-03	-3.71E-02	1.83E-03	2.23E-03	1.30E-03	-3.77E-02	1.88E-03	-6.15E+01	1.79E+01	-3.55E-02	2.28E-03
OAX2 VIL2 ICEP	-95.945145	18.033925	-2.62E-02	3.17E-03	-3.57E-03	1.40E-03	-9.17E-03	6.70E-04	-8.45E-03	7.54E-04	-2.69E-02	3.39E-03	3.62E+01	2.65E+01	-3.54E-02	3.47E-03
TERO JBAL CATA	-65.217884	-27.948180	-2.68E-02	7.11E-03	1.29E-02	5.25E-03	-8.45E-03	3.67E-03	-1.76E-03	3.74E-03	-3.35E-02	8.50E-03	-4.14E+01	1.65E+01	-3.53E-02	9.29E-03
NEVA VIVI IBAG	-74.697250	3.813335	-6.05E-03	2.65E-03	-9.94E-03	2.18E-03	-2.82E-02	1.95E-03	-2.24E-03	3.15E-03	-3.20E-02	1.78E-03	-5.22E+01	6.67E+00	-3.43E-02	3.62E-03
AUTF OHI2 RIO2	-64.652006	-57.315359	2.58E-03	2.13E-03	-1.56E-02	3.41E-03	-3.66E-02	1.06E-02	8.02E-03	1.01E-03	-4.21E-02	1.12E-02	-3.34E+01	1.27E+01	-3.40E-02	1.13E-02
BUCA MAGA CASI	-74.359706	8.115874	-1.24E-02	2.40E-03	9.27E-03	2.23E-03	-2.12E-02	3.11E-03	-6.57E-03	3.50E-03	-2.71E-02	1.32E-03	-3.03E+01	3.24E+00	-3.37E-02	3.74E-03
BQLA CART MAGA	-75.047766	10.216964	7.13E-03	2.31E-03	1.04E-02	2.67E-03	-4.00E-02	6.92E-03	9.30E-03	2.69E-03	-4.22E-02	6.71E-03	-8.42E+01	3.90E+01	-3.28E-02	7.22E-03
CRUZ CALL AREQ	-73.771409	-12.046518	1.02E-03	4.76E-04	-8.81E-03	4.14E-04	-3.38E-02	8.23E-04	3.12E-03	4.51E-04	-3.59E-02	8.17E-04	-3.65E+01	1.91E+00	-3.28E-02	9.34E-04
CUCU BUCA ARCA	-72.121918	7.367223	-9.84E-04	6.23E-03	-8.69E-04	2.47E-03	-3.10E-02	1.66E-03	-9.59E-04	6.26E-03	-3.10E-02	1.73E-03	8.41E+01	2.10E+02	-3.20E-02	6.49E-03
APTO AZUE BUEN	-78.025110	6.571832	-6.41E-03	8.79E-04	7.82E-03	9.36E-04	-2.51E-02	1.04E-03	-3.57E-03	1.19E-03	-2.79E-02	8.10E-04	-3.45E+01	2.15E+00	-3.15E-02	1.44E-03
UCOR CATA CFAG	-66.066758	-30.502704	-9.22E-03	1.69E-03	4.80E-03	1.42E-03	-2.17E-02	1.16E-03	-7.59E-03	1.42E-03	-2.34E-02	1.51E-03	-2.12E+01	4.21E+00	-3.10E-02	2.07E-03
ESMR GALA GYEC	-83.306619	-0.652468	4.01E-03	1.25E-03	1.96E-02	8.92E-04	-3.44E-02	2.63E-04	1.23E-02	1.18E-03	-4.27E-02	7.28E-04	-6.94E+01	2.35E+00	-3.04E-02	1.39E-03
PRMA PPTE ROSA	-52.099682	-22.684298	-2.03E-02	3.13E-03	2.29E-02	2.34E-03	-9.71E-03	2.69E-03	8.54E-03	2.49E-03	-3.85E-02	3.28E-03	-5.79E+01	6.09E+00	-3.00E-02	4.12E-03
CUCU ARCA BANS	-71.161716	7.865128	3.85E-03	2.85E-03	-1.88E-03	1.84E-03	-3.30E-02	1.52E-03	3.95E-03	2.90E-03	-3.31E-02	1.53E-03	-1.79E+01	1.19E+01	-2.92E-02	3.28E-03
COPO CALL VALP	-73.037883	-24.158215	-9.52E-03	3.62E-04	-1.68E-02	8.37E-04	-1.94E-02	4.21E-03	3.03E-03	9.52E-04	-3.19E-02	3.33E-03	-4.03E+01	4.75E+00	-2.89E-02	3.46E-03
GALA ESMR DAVI	-84.153932	2.872475	-2.74E-04	4.29E-04	-4.27E-06	3.57E-04	-2.81E-02	4.14E-04	-2.74E-04	4.29E-04	-2.81E-02	4.14E-04	9.07E-01	7.70E+01	-2.84E-02	5.96E-04
OAX2 TOL2 COL2	-100.020698	18.538672	-2.25E-02	7.46E-03	-1.11E-02	2.77E-03	-5.81E-03	9.80E-04	-2.55E-04	5.88E-04	-2.81E-02	8.14E-03	-4.57E+01	2.14E+01	-2.84E-02	8.16E-03
AREQ IQQE URUS	-69.579633	-18.230620	-1.64E-02	1.10E-03	-2.36E-02	7.78E-04	-1.20E-02	9.60E-04	9.50E-03	8.57E-04	-3.78E-02	1.09E-03	-3.55E+01	9.27E-01	-2.83E-02	1.39E-03
ESMR QUI1 PSTO	-78.498354	0.643734	2.37E-02	3.26E-03	2.16E-03	1.54E-03	-5.15E-02	1.60E-03	2.38E-02	3.24E-03	-5.16E-02	1.61E-03	5.69E+00	4.46E+00	-2.78E-02	3.62E-03
GCGT TEG1 ESTI	-84.982407	15.494186	-3.78E-02	2.38E-03	-4.70E-03	1.59E-03	1.03E-02	3.12E-03	1.08E-02	3.27E-03	-3.83E-02	2.20E-03	-1.69E+01	4.38E+00	-2.75E-02	3.94E-03
BAVC GVAL BATF	-40.834555	-17.099596	-3.35E-03	9.01E-04	1.15E-02	1.32E-03	-2.40E-02	2.64E-03	1.76E-03	9.70E-04	-2.91E-02	2.82E-03	-4.97E+01	8.23E+00	-2.74E-02	2.99E-03
NEVA IBAG BUEN	-75.839392	3.749122	-7.29E-03	2.55E-03	1.52E-03	1.98E-03	-1.92E-02	1.75E-03	-7.10E-03	2.59E-03	-1.94E-02	1.72E-03	-1.00E+01	1.07E+01	-2.65E-02	3.11E-03
LJEC CUEC GYEC	-79.364300	-3.006972	1.04E-02	2.38E-03	-1.41E-02	4.44E-03	-3.61E-02	9.61E-03	1.43E-02	1.96E-03	-4.01E-02	1.08E-02	-2.64E+01	9.41E+00	-2.57E-02	1.10E-02

ANTC LHCL MZAS	-68.487271	-36.652088	2.06E-03	1.19E-03	-2.98E-03	7.20E-04	-2.77E-02	8.19E-04	2.35E-03	1.17E-03	-2.80E-02	8.30E-04	-2.92E+01	4.61E+00	-2.57E-02	1.43E-03
ESMR GYEC QUI1	-79.369949	-0.476622	5.59E-03	1.29E-03	4.64E-03	1.43E-03	-3.12E-02	3.54E-03	6.17E-03	1.18E-03	-3.18E-02	3.48E-03	7.18E+01	4.41E+01	-2.56E-02	3.67E-03
APTO CART AZUE	-77.532921	8.741603	-2.08E-04	2.44E-03	-1.03E-03	1.67E-03	-2.54E-02	9.69E-04	-1.66E-04	2.53E-03	-2.54E-02	8.84E-04	-5.00E+01	3.03E+01	-2.56E-02	2.68E-03
ELEN VIL2 GUAT	-91.106298	16.498957	-8.83E-03	1.26E-03	-2.44E-02	1.38E-03	-1.65E-02	1.92E-03	1.20E-02	8.80E-04	-3.74E-02	2.42E-03	-3.38E+01	1.83E+00	-2.54E-02	2.57E-03
ROSA SVIC PRMA	-53.126011	-24.308901	-1.30E-02	1.62E-03	2.50E-02	1.67E-03	-1.22E-02	4.17E-03	1.24E-02	1.80E-03	-3.77E-02	3.14E-03	-6.33E+01	5.92E+00	-2.52E-02	3.62E-03
GYEC CUEC RIOP	-79.181823	-2.227750	1.57E-02	3.26E-03	-1.49E-02	2.44E-03	-4.05E-02	3.07E-03	1.94E-02	3.41E-03	-4.42E-02	2.94E-03	-2.34E+01	2.64E+00	-2.48E-02	4.50E-03
VALP SANT CFAG	-70.175765	-32.593233	4.42E-02	1.65E-02	-2.16E-02	6.24E-03	-6.88E-02	3.34E-03	4.82E-02	1.80E-02	-7.28E-02	2.40E-03	-1.72E+01	3.27E+00	-2.46E-02	1.81E-02
TEG1 SLOR ESTI	-87.001424	13.537843	-2.44E-02	5.07E-03	-4.43E-05	4.44E-03	1.12E-03	5.26E-03	1.12E-03	5.25E-03	-2.44E-02	5.08E-03	-2.17E+00	2.09E+02	-2.32E-02	7.30E-03
CART ANDS AZUE	-79.222367	10.311123	-1.30E-02	9.30E-04	-1.32E-02	6.34E-04	-1.00E-02	5.77E-04	1.78E-03	6.70E-04	-2.49E-02	9.08E-04	-4.14E+01	1.73E+00	-2.31E-02	1.13E-03
CART MOTE MAGA	-75.384776	9.474383	3.93E-04	2.32E-03	1.07E-02	2.43E-03	-2.32E-02	4.16E-03	4.49E-03	2.59E-03	-2.73E-02	4.06E-03	-5.99E+01	1.69E+01	-2.28E-02	4.82E-03
LJEC CALL CRUZ	-76.339989	-7.887433	-6.55E-03	5.05E-04	-1.35E-02	4.27E-04	-1.63E-02	7.04E-04	2.99E-03	4.40E-04	-2.58E-02	6.48E-04	-3.93E+01	1.11E+00	-2.28E-02	7.84E-04
BUEN PERA MEDE	-76.092949	4.957974	-2.07E-03	3.36E-03	1.10E-02	5.51E-03	-2.05E-02	8.57E-03	3.09E-03	1.47E-03	-2.57E-02	1.14E-02	-5.42E+01	3.93E+01	-2.26E-02	1.15E-02
SCUB JAMA GTKO	-74.562593	19.794625	-2.93E-02	4.36E-03	-1.26E-02	3.64E-03	7.47E-03	2.72E-03	1.14E-02	4.81E-03	-3.32E-02	2.43E-03	-2.77E+01	4.02E+00	-2.18E-02	5.38E-03
BERR MEDE DORA	-74.884180	6.048644	-2.23E-02	3.63E-03	-5.30E-03	2.79E-03	5.42E-04	3.03E-03	1.71E-03	2.98E-03	-2.35E-02	3.59E-03	-3.71E+01	1.46E+01	-2.18E-02	4.67E-03
ESQU ISPA PARC	-83.849231	-41.059684	-5.05E-04	3.36E-04	-3.36E-03	3.17E-04	-2.07E-02	3.39E-04	3.83E-05	2.97E-04	-2.12E-02	4.24E-04	-4.47E+01	3.58E+00	-2.12E-02	5.18E-04
ANTC ESQU LHCL	-69.483566	-39.419492	1.61E-03	6.58E-04	1.44E-02	6.59E-04	-2.26E-02	7.50E-04	8.36E-03	5.41E-04	-2.93E-02	9.06E-04	-6.71E+01	3.31E+00	-2.10E-02	1.06E-03
CATA ALUM CFAG	-66.867799	-29.132193	-2.01E-02	2.22E-03	5.29E-03	3.20E-03	-4.28E-05	8.27E-03	1.26E-03	6.90E-03	-2.14E-02	3.45E-03	-5.27E+01	2.43E+01	-2.02E-02	7.72E-03
CUCU VALL MAGA	-73.499905	9.204091	4.48E-03	1.70E-03	1.23E-02	1.34E-03	-2.39E-02	1.97E-03	9.10E-03	1.94E-03	-2.86E-02	1.67E-03	-7.53E+01	8.41E+00	-1.95E-02	2.56E-03
SCRZ ROGM URUS	-65.201557	-15.511279	-3.47E-03	4.11E-04	-4.53E-03	7.52E-04	-1.54E-02	1.12E-03	-1.95E-03	5.65E-04	-1.70E-02	1.09E-03	-6.04E+01	1.09E+01	-1.89E-02	1.23E-03
MARA PUR3 RIOH	-70.520363	13.550057	2.42E-04	1.88E-03	4.49E-03	1.38E-03	-1.88E-02	2.46E-03	1.25E-03	1.31E-03	-1.98E-02	2.57E-03	-5.42E+01	2.18E+01	-1.86E-02	2.88E-03
GTKO PUR3 SMRT	-67.106806	19.312677	-1.16E-02	8.29E-03	-2.77E-02	3.65E-03	-6.78E-03	1.56E-03	1.86E-02	1.17E-03	-3.70E-02	8.62E-03	-3.09E+01	4.89E+00	-1.83E-02	8.70E-03
SMAR SVIC EBYP	-54.698763	-28.027194	-1.35E-02	2.24E-03	-9.90E-03	2.61E-03	-4.74E-03	3.33E-03	1.73E-03	2.52E-03	-1.99E-02	3.96E-03	-4.04E+01	9.70E+00	-1.82E-02	4.70E-03
SCUB GCGT JAMA	-77.974212	19.081345	-2.63E-02	2.20E-03	-1.55E-02	1.22E-03	8.34E-03	6.00E-04	1.42E-02	9.52E-04	-3.22E-02	1.76E-03	-2.75E+01	1.65E+00	-1.80E-02	2.00E-03
ESTI DAVI ANDS	-83.498888	11.370452	-1.14E-02	8.76E-04	-1.53E-02	8.60E-04	-6.29E-03	9.50E-04	6.62E-03	6.19E-04	-2.43E-02	1.35E-03	-3.49E+01	1.72E+00	-1.77E-02	1.49E-03
UCOR TERO CATA	-64.741469	-29.231697	-5.37E-03	1.65E-03	1.09E-02	2.73E-03	-1.20E-02	4.73E-03	2.72E-03	3.09E-03	-2.01E-02	4.29E-03	-5.31E+01	1.46E+01	-1.74E-02	5.29E-03
ISPA PALM PARC	-81.425139	-48.345676	4.85E-03	3.84E-04	-3.71E-03	5.12E-04	-2.20E-02	6.93E-04	5.35E-03	2.89E-04	-2.25E-02	8.14E-04	-2.23E+01	2.44E+00	-1.72E-02	8.64E-04
POPA PSTO FLOR	-76.494263	1.758362	1.89E-02	3.62E-03	-1.55E-03	2.11E-03	-3.61E-02	2.30E-03	1.89E-02	3.65E-03	-3.61E-02	2.29E-03	-4.34E+00	5.44E+00	-1.72E-02	4.31E-03

SRLP MZAE MZAS	-66.921660	-34.830415	-6.75E-03	2.48E-03	-1.67E-03	3.48E-03	-1.02E-02	5.21E-03	-6.08E-03	2.04E-03	-1.09E-02	6.83E-03	2.07E+01	6.19E+01	-1.70E-02	7.13E-03
BATF SALV BAVC	-39.686135	-15.150617	-8.36E-03	8.48E-04	8.60E-03	1.24E-03	-8.17E-03	3.01E-03	3.36E-04	1.14E-03	-1.69E-02	2.43E-03	-4.61E+01	8.42E+00	-1.65E-02	2.68E-03
CUIB GOJA MTBA	-53.353569	-16.442837	-6.46E-03	2.51E-03	-7.36E-03	2.01E-03	-9.31E-03	1.29E-03	-3.88E-04	1.17E-03	-1.54E-02	3.34E-03	-4.66E+01	1.37E+01	-1.58E-02	3.54E-03
UYMO UYTA LPGS	-56.709905	-33.826043	-4.03E-03	2.28E-03	3.37E-03	3.10E-03	-1.16E-02	3.67E-03	-2.75E-03	1.08E-03	-1.29E-02	4.57E-03	-2.88E+01	2.07E+01	-1.56E-02	4.69E-03
GALA ISPA CALL	-92.265784	-13.310184	8.76E-04	2.19E-04	4.79E-03	1.28E-04	-1.62E-02	1.80E-04	2.13E-03	1.82E-04	-1.74E-02	2.00E-04	-6.09E+01	1.90E+00	-1.53E-02	2.70E-04
AMHU RIOB POVE	-64.909216	-8.726013	-1.47E-02	1.11E-02	1.18E-03	7.57E-03	-2.78E-05	4.63E-03	6.61E-05	3.50E-03	-1.48E-02	1.22E-02	-4.67E+01	3.14E+02	-1.48E-02	1.27E-02
GTKO JAMA RIOH	-73.598389	16.961676	-6.70E-03	3.65E-04	-8.48E-03	4.38E-04	-7.80E-03	9.04E-04	1.25E-03	6.71E-04	-1.58E-02	5.12E-04	-4.11E+01	1.50E+00	-1.45E-02	8.44E-04
SCRZ URUS UNSA	-65.227235	-20.159017	1.70E-03	4.41E-04	2.57E-03	7.76E-04	-1.60E-02	1.12E-03	2.06E-03	4.46E-04	-1.64E-02	1.14E-03	-7.89E+01	2.79E+01	-1.43E-02	1.22E-03
UGTO IDGO COL2	-103.193542	21.438202	-7.55E-03	9.21E-04	-7.94E-03	8.22E-04	-6.75E-03	1.56E-03	7.99E-04	9.29E-04	-1.51E-02	1.25E-03	-4.23E+01	4.09E+00	-1.43E-02	1.56E-03
BERR FQNE BUCA	-73.754800	6.359654	6.03E-04	2.41E-03	2.11E-02	2.23E-03	-1.48E-02	3.73E-03	1.54E-02	2.04E-03	-2.95E-02	3.80E-03	-7.48E+01	1.04E+01	-1.42E-02	4.31E-03
TOL2 UGTO COL2	-101.539007	19.846796	-8.24E-03	2.63E-03	-8.30E-03	1.09E-03	-5.87E-03	1.00E-03	1.34E-03	1.49E-03	-1.54E-02	1.76E-03	-4.07E+01	5.20E+00	-1.41E-02	2.30E-03
PUR3 MARA CRCS	-68.534968	13.213162	1.31E-03	4.63E-04	2.59E-03	6.48E-04	-1.52E-02	8.08E-04	1.71E-03	3.75E-04	-1.56E-02	8.65E-04	-7.11E+01	1.91E+01	-1.39E-02	9.43E-04
GCGT ESTI ANDS	-83.147435	14.992944	-6.57E-03	6.96E-04	-1.82E-02	7.08E-04	-7.10E-03	8.01E-04	1.13E-02	1.10E-03	-2.50E-02	5.42E-04	-3.16E+01	6.06E-01	-1.37E-02	1.23E-03
ALAR PBCG CRAT	-37.325388	-8.066973	-1.69E-03	1.38E-03	2.40E-03	1.08E-03	-1.20E-02	1.09E-03	-1.16E-03	1.43E-03	-1.25E-02	9.36E-04	-3.40E+01	7.99E+00	-1.36E-02	1.71E-03
CATA JBAL ALUM	-65.997833	-27.792940	-2.49E-02	5.48E-03	4.54E-03	7.72E-03	1.13E-02	8.79E-03	1.18E-02	1.00E-02	-2.54E-02	5.16E-03	3.19E+01	7.33E+01	-1.36E-02	1.13E-02
YOPA ARCA BUCA	-72.088936	6.508324	1.74E-02	1.95E-03	1.65E-03	1.49E-03	-3.09E-02	1.62E-03	1.75E-02	1.95E-03	-3.10E-02	1.64E-03	5.93E+00	5.93E+00	-1.35E-02	2.55E-03
FQNE YOPA BUCA	-73.081028	5.969346	1.74E-02	1.76E-03	1.58E-03	2.18E-03	-3.06E-02	3.01E-03	1.74E-02	1.77E-03	-3.07E-02	2.98E-03	5.70E+00	8.63E+00	-1.32E-02	3.47E-03
LPGS MPLA UYMO	-57.241108	-35.943556	-1.61E-03	1.03E-03	-1.87E-04	2.44E-03	-1.16E-02	3.64E-03	-1.61E-03	1.04E-03	-1.16E-02	3.62E-03	7.47E+00	1.11E+02	-1.32E-02	3.77E-03
ICEP VIL2 TAMP	-96.327574	19.767252	-2.07E-03	1.13E-03	-5.58E-03	1.06E-03	-1.08E-02	1.06E-03	6.43E-04	8.17E-04	-1.36E-02	1.64E-03	-4.19E+01	7.53E+00	-1.29E-02	1.83E-03
OAX2 ICEP TOL2	-98.182603	18.468199	-3.34E-02	9.47E-03	1.48E-03	6.80E-03	2.08E-02	4.72E-03	2.09E-02	5.05E-03	-3.35E-02	9.11E-03	4.37E+00	2.16E+01	-1.26E-02	1.04E-02
GUAT VIL2 OAX2	-93.389340	16.553052	-1.09E-02	2.19E-03	-2.07E-02	1.10E-03	-1.62E-03	7.07E-04	1.49E-02	6.00E-04	-2.74E-02	2.30E-03	-3.01E+01	1.70E+00	-1.25E-02	2.38E-03
SRLP UCOR MZAE	-65.541324	-33.770434	6.24E-03	1.05E-03	1.11E-03	8.88E-04	-1.85E-02	1.33E-03	6.29E-03	1.07E-03	-1.85E-02	1.36E-03	1.21E+01	1.18E+01	-1.22E-02	1.73E-03
ISPA VALP CALL	-86.039941	-24.071701	-2.21E-03	1.77E-04	-7.67E-04	1.32E-04	-9.99E-03	1.02E-04	-2.14E-03	1.78E-04	-1.01E-02	9.62E-05	2.93E+01	6.78E+00	-1.22E-02	2.02E-04
VALL MARA RIOH	-72.582034	10.887053	-2.14E-04	3.75E-03	9.49E-03	2.46E-03	-1.18E-02	2.19E-03	5.11E-03	3.33E-03	-1.71E-02	2.39E-03	-6.52E+01	1.36E+01	-1.20E-02	4.10E-03
IMBT POAL UYRO	-51.110104	-30.769962	1.65E-03	8.96E-03	2.12E-03	1.17E-02	-1.34E-02	1.49E-02	1.95E-03	5.93E-03	-1.37E-02	1.79E-02	-8.53E+01	5.61E+02	-1.17E-02	1.89E-02
CUCU MARA VALL	-72.454780	9.682134	-9.70E-04	1.08E-03	5.17E-03	1.77E-03	-1.07E-02	2.45E-03	1.26E-03	1.48E-03	-1.29E-02	2.61E-03	-5.29E+01	1.87E+01	-1.17E-02	3.00E-03
UCOR CFAG MZAE	-66.858738	-32.097324	9.80E-03	2.26E-03	3.24E-03	1.81E-03	-2.13E-02	1.24E-03	1.01E-02	2.16E-03	-2.17E-02	1.50E-03	2.52E+01	1.88E+01	-1.15E-02	2.63E-03

GALA OAX2 COL2	-96.907414	11.860029	-1.99E-03	7.33E-04	-1.29E-02	9.16E-04	-9.42E-03	1.01E-03	7.74E-03	1.93E-04	-1.91E-02	1.70E-03	-3.20E+01	2.22E+00	-1.14E-02	1.71E-03
SLOR GALA DAVI	-86.724641	7.035565	-4.34E-03	3.33E-04	-6.80E-03	3.18E-04	-6.85E-03	7.57E-04	1.31E-03	5.12E-04	-1.25E-02	4.28E-04	-4.00E+01	1.50E+00	-1.12E-02	6.67E-04
POPA NEVA BUEN	-76.301553	3.087479	6.27E-03	3.23E-03	7.31E-03	2.30E-03	-1.69E-02	2.16E-03	8.38E-03	3.72E-03	-1.90E-02	2.01E-03	8.16E+01	2.54E+01	-1.07E-02	4.23E-03
UNSA COPO ALUM	-67.447503	-26.478470	3.44E-02	3.07E-03	-8.86E-03	2.20E-03	-4.46E-02	1.58E-03	3.54E-02	3.43E-03	-4.56E-02	1.23E-03	-1.13E+01	2.21E+00	-1.02E-02	3.64E-03
RIOD VARG CHPI	-44.575437	-22.349225	-8.17E-03	5.52E-03	2.69E-03	4.36E-03	-2.00E-03	3.00E-03	-9.89E-04	5.65E-03	-9.18E-03	3.12E-03	-3.62E+01	2.60E+01	-1.02E-02	6.46E-03
BQLA JAMA ANDS	-77.777081	13.848359	-2.32E-03	5.53E-04	-1.14E-03	5.19E-04	-7.82E-03	6.01E-04	-2.09E-03	5.44E-04	-8.04E-03	6.16E-04	5.01E+01	3.36E+01	-1.01E-02	8.22E-04
TERO TUCU JBAL	-65.036627	-27.405603	-5.63E-04	5.42E-03	1.22E-02	4.24E-03	-9.55E-03	5.29E-03	7.92E-03	4.99E-03	-1.80E-02	3.91E-03	-7.07E+01	2.01E+01	-1.01E-02	6.34E-03
RNMO CRAT PBCG	-37.549403	-6.551976	2.09E-03	1.93E-03	-4.96E-04	1.05E-03	-1.19E-02	1.10E-03	2.11E-03	1.93E-03	-1.19E-02	1.08E-03	-1.08E+01	1.86E+01	-9.83E-03	2.21E-03
TERO UNSA TUCU	-64.964925	-26.453286	2.24E-02	2.81E-03	1.36E-02	9.42E-03	-3.21E-02	2.41E-02	2.56E-02	7.70E-03	-3.53E-02	1.92E-02	4.86E+01	6.21E+01	-9.75E-03	2.07E-02
PARC AUTF RIO2	-68.978189	-53.920651	5.07E-03	2.91E-03	-1.66E-02	2.57E-03	-1.46E-02	3.22E-03	1.46E-02	2.13E-03	-2.41E-02	4.42E-03	-2.81E+01	3.78E+00	-9.50E-03	4.91E-03
CASI MEDE BERR	-75.063087	6.893642	-5.24E-03	1.86E-03	9.80E-04	2.34E-03	-3.66E-03	3.37E-03	-3.19E-03	3.04E-03	-5.71E-03	2.18E-03	-1.32E+01	2.42E+01	-8.90E-03	3.74E-03
CULC COL2 IDGO	-105.240519	22.702327	-6.64E-03	1.34E-03	-4.66E-03	1.87E-03	-1.97E-03	2.23E-03	9.08E-04	9.87E-04	-9.52E-03	3.01E-03	-3.99E+01	1.54E+01	-8.61E-03	3.17E-03
MECO TERO UCOR	-62.175377	-29.469664	-5.42E-03	1.62E-03	3.34E-03	9.96E-04	-3.16E-03	7.58E-04	-7.68E-04	8.90E-04	-7.81E-03	1.53E-03	-3.91E+01	1.06E+01	-8.58E-03	1.77E-03
SRZN SRNW BOAV	-57.632040	4.748637	-7.16E-03	5.22E-03	3.27E-03	1.97E-03	-1.30E-03	1.32E-03	1.56E-04	6.66E-04	-8.62E-03	5.62E-03	-4.64E+01	5.17E+01	-8.46E-03	5.66E-03
PARC PDES ESQU	-69.372653	-47.935888	-1.98E-03	3.73E-04	-1.98E-03	5.02E-04	-6.16E-03	1.64E-03	-1.19E-03	4.21E-04	-6.94E-03	1.49E-03	-6.83E+01	3.80E+01	-8.13E-03	1.55E-03
ANTC ISPA ESQU	-84.066621	-35.793600	-3.05E-03	6.54E-04	1.51E-02	5.11E-04	-4.65E-03	3.42E-04	1.13E-02	8.13E-04	-1.90E-02	3.68E-04	-7.57E+01	1.89E+00	-7.71E-03	8.92E-04
SCLA POAL IMBT	-50.026583	-28.700572	-6.02E-03	2.42E-03	-1.41E-03	1.93E-03	-1.68E-03	2.10E-03	-1.26E-03	2.49E-03	-6.43E-03	1.63E-03	-8.39E+01	9.52E+01	-7.69E-03	2.97E-03
RIOP IQUI FLOR	-75.841439	-1.265893	-3.03E-03	7.92E-04	-4.34E-04	5.72E-04	-4.42E-03	8.03E-04	-2.91E-03	7.04E-04	-4.55E-03	8.54E-04	9.95E+00	1.55E+01	-7.46E-03	1.11E-03
ELEN GUAT TEG1	-89.197814	15.198844	-9.73E-03	1.41E-03	-2.44E-02	1.27E-03	2.78E-03	1.39E-03	2.17E-02	9.51E-04	-2.87E-02	1.89E-03	-2.79E+01	1.13E+00	-6.94E-03	2.12E-03
GUAT SLOR TEG1	-88.387443	14.034799	-1.01E-02	6.28E-03	-2.18E-02	3.63E-03	3.31E-03	2.11E-03	1.94E-02	2.91E-03	-2.61E-02	5.85E-03	-2.79E+01	3.85E+00	-6.75E-03	6.53E-03
CUIB MTBA MTCO	-54.596954	-14.083033	1.52E-03	6.93E-04	1.00E-03	8.98E-04	-8.08E-03	1.11E-03	1.62E-03	7.83E-04	-8.18E-03	1.03E-03	5.83E+01	7.35E+01	-6.56E-03	1.29E-03
PPTE SJRP GOJA	-50.831531	-20.262900	8.99E-04	9.67E-04	7.10E-06	1.02E-03	-7.20E-03	2.04E-03	8.99E-04	9.68E-04	-7.20E-03	2.04E-03	4.56E-01	6.59E+01	-6.30E-03	2.26E-03
GYEC GALA LIEC	-83.131340	-2.293438	3.09E-02	2.95E-03	1.10E-02	2.00E-03	-3.72E-02	8.03E-04	3.27E-02	3.34E-03	-3.90E-02	3.06E-04	2.71E+01	6.37E+00	-6.29E-03	3.36E-03
KYW1 NASO AOML	-79.759163	25.123168	-9.45E-03	6.94E-03	-2.66E-03	2.07E-03	3.35E-03	9.12E-04	3.88E-03	1.22E-03	-9.98E-03	6.22E-03	-2.21E+01	2.11E+01	-6.10E-03	6.34E-03
BELE MAPA MABA	-49.560728	-2.241496	-2.64E-04	6.96E-04	-8.07E-04	1.30E-03	-5.75E-03	2.32E-03	-1.48E-04	6.16E-04	-5.87E-03	2.54E-03	-5.08E+01	1.09E+02	-6.02E-03	2.61E-03
SJRP PPTE UFPR	-49.999813	-22.784597	1.79E-03	8.40E-04	2.63E-04	1.04E-03	-7.80E-03	2.26E-03	1.80E-03	8.64E-04	-7.81E-03	2.26E-03	9.70E+00	4.62E+01	-6.01E-03	2.42E-03
SCLA SCCH POAL	-51.341178	-28.334814	-4.06E-03	1.20E-03	-4.44E-03	1.54E-03	-1.87E-03	2.29E-03	1.61E-03	1.36E-03	-7.54E-03	2.26E-03	-3.63E+01	1.05E+01	-5.93E-03	2.64E-03

LPGS UYTA UNRO	-58.166086	-33.183055	-1.86E-03	1.65E-03	-6.57E-04	9.07E-04	-3.97E-03	1.20E-03	-1.67E-03	1.65E-03	-4.16E-03	1.12E-03	3.30E+01	6.62E+01	-5.83E-03	1.99E-03
DORA MEDE PERA	-75.310580	5.481914	-6.55E-04	2.73E-03	1.24E-04	2.38E-03	-4.95E-03	3.72E-03	-6.52E-04	2.73E-03	-4.96E-03	3.72E-03	-9.09E+00	1.50E+02	-5.61E-03	4.61E-03
POVE ROJI AMHU	-62.961517	-9.025494	-6.44E-03	1.56E-03	-4.67E-03	1.52E-03	8.78E-04	4.03E-03	3.15E-03	2.83E-03	-8.72E-03	2.20E-03	-3.08E+01	7.84E+00	-5.56E-03	3.59E-03
RIOH SAMA VALL	-73.436255	11.070809	-4.43E-03	3.78E-03	1.34E-02	2.62E-03	-9.35E-04	2.79E-03	1.08E-02	3.09E-03	-1.62E-02	3.46E-03	-7.91E+01	1.67E+01	-5.36E-03	4.64E-03
TERO MECO UNSA	-62.580090	-27.233830	4.84E-03	3.37E-03	-8.24E-03	2.62E-03	-1.02E-02	2.13E-03	8.48E-03	1.61E-03	-1.38E-02	4.06E-03	-2.62E+01	6.63E+00	-5.34E-03	4.37E-03
NEIA RIOD POLI	-45.987186	-23.797910	-5.43E-03	8.34E-03	-3.22E-04	5.34E-03	4.24E-04	3.02E-03	4.41E-04	3.59E-03	-5.45E-03	7.79E-03	-2.29E+01	2.87E+02	-5.01E-03	8.57E-03
LHCL SRLP MZAS	-66.070056	-36.413021	2.41E-03	2.09E-03	3.45E-03	1.45E-03	-7.37E-03	2.54E-03	3.50E-03	2.40E-03	-8.46E-03	1.92E-03	8.90E+01	4.03E+01	-4.96E-03	3.07E-03
RIOP FLOR PSTO	-77.177563	0.393793	3.09E-02	4.41E-03	-3.91E-03	4.21E-03	-3.57E-02	3.73E-03	3.12E-02	4.86E-03	-3.59E-02	3.32E-03	-6.36E+00	6.06E+00	-4.77E-03	5.89E-03
RIO2 PDES PARC	-68.181893	-51.558674	7.06E-04	1.12E-03	-4.25E-03	1.33E-03	-5.43E-03	1.88E-03	2.88E-03	1.88E-03	-7.60E-03	1.64E-03	-3.08E+01	6.60E+00	-4.72E-03	2.50E-03
RNMO PBCG RNNA	-36.146770	-6.084684	-1.29E-03	2.14E-03	2.69E-04	1.71E-03	-3.34E-03	2.30E-03	-1.25E-03	2.23E-03	-3.37E-03	2.05E-03	-1.00E+01	5.31E+01	-4.62E-03	3.03E-03
KOUR MAPA BELE	-50.788615	1.296691	1.95E-03	2.29E-03	-4.52E-04	3.17E-03	-6.51E-03	3.96E-03	1.97E-03	1.98E-03	-6.54E-03	4.26E-03	-1.06E+01	6.17E+01	-4.57E-03	4.70E-03
SAGA ARCA YOPA	-70.068436	4.087394	-2.56E-04	1.13E-03	-1.15E-03	8.67E-04	-4.28E-03	1.82E-03	5.00E-05	7.98E-04	-4.59E-03	1.91E-03	-4.38E+01	4.56E+01	-4.54E-03	2.07E-03
BUEN PSTO POPA	-76.962902	2.512282	3.96E-03	1.42E-03	4.36E-03	3.13E-03	-8.29E-03	1.52E-02	5.35E-03	1.60E-03	-9.69E-03	1.47E-02	7.73E+01	1.90E+02	-4.34E-03	1.48E-02
RIOD RJCG VICO	-42.500807	-21.781403	1.43E-03	1.97E-03	1.47E-04	1.55E-03	-5.76E-03	2.09E-03	1.44E-03	1.96E-03	-5.77E-03	2.10E-03	6.51E+00	7.66E+01	-4.33E-03	2.87E-03
ROJI ROGM SCRZ	-63.483332	-13.148311	-1.58E-03	4.21E-04	3.61E-04	8.56E-04	-2.71E-03	1.16E-03	-1.47E-03	6.71E-04	-2.81E-03	1.10E-03	-1.11E+01	2.17E+01	-4.29E-03	1.29E-03
MTY2 KYW1 AOML	-87.376046	25.344157	-3.90E-03	5.88E-03	-3.41E-03	1.88E-03	-2.81E-04	2.70E-04	1.77E-03	2.75E-03	-5.95E-03	3.50E-03	-3.34E+01	1.85E+01	-4.18E-03	4.45E-03
BANS CRCS MARA	-69.592207	9.929720	9.71E-03	2.16E-03	1.91E-02	1.02E-03	-1.38E-02	7.97E-04	2.04E-02	1.94E-03	-2.45E-02	1.13E-03	8.62E+01	4.69E+00	-4.13E-03	2.25E-03
FLOR IQUI SAGA	-71.976997	-0.763646	-3.17E-03	8.05E-04	8.04E-04	4.82E-04	-9.33E-04	4.07E-04	-6.74E-04	4.42E-04	-3.43E-03	6.95E-04	-2.86E+01	1.31E+01	-4.10E-03	8.23E-04
UNRO UYTA MECO	-58.213935	-31.275769	-2.47E-03	1.27E-03	-4.14E-03	9.83E-04	-1.58E-03	1.35E-03	2.14E-03	1.58E-03	-6.19E-03	8.11E-04	-3.34E+01	4.01E+00	-4.05E-03	1.78E-03
ASC1 RECF BATF	-29.702311	-11.185683	-3.24E-03	6.16E-04	2.65E-03	3.92E-04	-7.28E-04	1.82E-04	9.49E-04	1.90E-04	-4.92E-03	7.64E-04	-5.73E+01	1.19E+01	-3.97E-03	7.88E-04
POAL SCCH SMAR	-52.478622	-28.976844	-3.23E-03	1.11E-03	-3.29E-03	1.32E-03	-7.04E-04	1.79E-03	1.56E-03	1.42E-03	-5.50E-03	1.67E-03	-3.42E+01	9.75E+00	-3.94E-03	2.19E-03
GOJA CUIB MSCG	-54.112226	-17.959814	-2.00E-03	8.68E-04	5.84E-04	6.80E-04	-1.88E-03	1.06E-03	-1.35E-03	1.04E-03	-2.52E-03	6.65E-04	-1.68E+01	1.40E+01	-3.88E-03	1.23E-03
VIL2 ICAM TAMP	-93.774199	20.040730	-3.81E-03	1.75E-03	-5.46E-04	7.31E-04	-5.95E-05	8.25E-04	1.82E-05	7.12E-04	-3.89E-03	1.79E-03	-4.41E+01	9.08E+01	-3.87E-03	1.93E-03
SCRZ MSCG CUIB	-57.923414	-17.930985	-2.85E-03	8.86E-04	-7.39E-04	6.11E-04	-9.23E-04	4.11E-04	-6.72E-04	4.81E-04	-3.10E-03	9.90E-04	-8.48E+01	8.73E+01	-3.77E-03	1.10E-03
UGTO TOL2 TAMP	-99.593054	20.858088	-4.87E-03	1.56E-03	-3.44E-03	1.04E-03	1.14E-03	1.47E-03	2.71E-03	1.65E-03	-6.44E-03	1.20E-03	-2.92E+01	5.77E+00	-3.73E-03	2.04E-03
SRNW CRCS BOAV	-61.535520	6.430932	-1.41E-03	8.90E-04	1.26E-03	4.48E-04	-2.26E-03	5.76E-04	-5.06E-04	8.79E-04	-3.17E-03	2.82E-04	-3.55E+01	5.13E+00	-3.67E-03	9.23E-04
CRAT PEPE ALAR	-38.858383	-8.790553	-4.41E-03	1.64E-03	8.21E-03	1.05E-03	7.71E-04	1.09E-03	6.79E-03	1.51E-03	-1.04E-02	1.25E-03	-8.02E+01	1.03E+01	-3.64E-03	1.96E-03

BELE MABA IMPZ	-48.360694	-4.087646	3.44E-04	7.06E-04	-3.21E-03	1.72E-03	-3.51E-03	2.39E-03	2.16E-03	1.48E-03	-5.33E-03	2.52E-03	-3.09E+01	1.30E+01	-3.17E-03	2.92E-03
IMPZ TOPL PISR	-46.176891	-8.231170	-5.71E-04	7.92E-04	1.09E-03	6.24E-04	-2.55E-03	6.12E-04	-8.50E-05	8.29E-04	-3.03E-03	5.96E-04	-4.29E+01	1.45E+01	-3.12E-03	1.02E-03
PISR SALU IMPZ	-44.804157	-5.705306	-1.54E-03	6.63E-04	1.34E-03	5.54E-04	-1.46E-03	9.66E-04	-1.64E-04	8.61E-04	-2.84E-03	5.56E-04	-4.17E+01	1.06E+01	-3.01E-03	1.02E-03
RIOD VICO VARG	-43.870381	-21.707343	-6.18E-04	1.89E-03	4.92E-03	1.41E-03	-2.32E-03	1.42E-03	3.52E-03	1.69E-03	-6.46E-03	1.72E-03	-7.42E+01	2.15E+01	-2.93E-03	2.41E-03
TAMP ICAM MERI	-92.670605	21.037275	-4.12E-03	3.90E-03	1.16E-03	1.61E-03	1.27E-03	9.91E-04	1.51E-03	1.49E-03	-4.36E-03	3.89E-03	7.32E+01	2.01E+02	-2.85E-03	4.16E-03
SVIC MSDO EBYP	-55.064535	-25.526504	6.53E-03	6.62E-04	-5.57E-03	2.60E-03	-9.35E-03	4.48E-03	8.29E-03	1.99E-03	-1.11E-02	3.67E-03	-2.19E+01	7.63E+00	-2.82E-03	4.17E-03
TOPL TOGU BOMJ	-46.933838	-11.724439	-2.53E-04	2.19E-03	-1.55E-03	1.37E-03	-2.49E-03	1.29E-03	5.38E-04	1.78E-03	-3.28E-03	2.05E-03	-3.66E+01	2.77E+01	-2.74E-03	2.72E-03
BRFT RNMO RNNA	-36.986237	-4.972607	4.31E-03	1.44E-02	-5.35E-03	9.58E-03	-6.99E-03	5.95E-03	6.44E-03	7.00E-03	-9.12E-03	1.34E-02	-2.44E+01	3.24E+01	-2.68E-03	1.52E-02
AMHU ROJI MTCO	-60.148165	-9.723670	-4.81E-03	1.54E-03	-1.49E-03	1.10E-03	2.14E-03	5.89E-04	2.45E-03	4.00E-04	-5.12E-03	1.80E-03	-2.08E+01	1.23E+01	-2.67E-03	1.84E-03
CHET TEG1 GCGT	-85.628106	17.292766	-7.74E-03	8.40E-04	-1.58E-02	7.15E-04	5.07E-03	6.78E-04	1.57E-02	1.08E-03	-1.83E-02	6.42E-04	-2.66E+01	7.00E-01	-2.67E-03	1.25E-03
IMPZ MABA TOPL	-48.316737	-7.008399	6.94E-04	5.85E-04	-2.24E-03	1.69E-03	-3.32E-03	2.38E-03	1.69E-03	1.36E-03	-4.31E-03	2.45E-03	-2.96E+01	1.73E+01	-2.62E-03	2.80E-03
NEIA IMBT RIOD	-46.628989	-25.357641	2.05E-03	1.80E-03	2.39E-03	2.24E-03	-4.52E-03	2.61E-03	2.82E-03	8.71E-04	-5.30E-03	3.74E-03	7.97E+01	1.06E+02	-2.48E-03	3.84E-03
USLP TAMP MTY2	-99.730867	23.379354	-1.92E-03	9.19E-04	-1.29E-03	1.04E-03	-5.13E-04	1.28E-03	2.55E-04	1.10E-03	-2.69E-03	1.34E-03	-3.99E+01	2.47E+01	-2.44E-03	1.73E-03
RNNA RECF ASC1	-28.190432	-7.279439	-1.40E-03	1.81E-03	-2.76E-03	1.26E-03	-8.49E-04	1.94E-04	1.65E-03	1.25E-03	-3.89E-03	1.84E-03	-3.20E+01	1.16E+01	-2.24E-03	2.22E-03
ANDS DAVI AZUE	-81.522351	9.655835	-1.36E-02	7.09E-04	-1.10E-02	1.55E-03	1.14E-02	2.15E-03	1.56E-02	1.74E-03	-1.77E-02	1.43E-03	-2.25E+01	1.99E+00	-2.17E-03	2.25E-03
MTY2 AOML CHIH	-95.520615	26.704130	-2.25E-03	3.73E-03	-1.15E-03	9.93E-04	9.60E-05	1.54E-04	5.68E-04	3.65E-04	-2.72E-03	3.79E-03	-3.38E+01	5.87E+01	-2.15E-03	3.80E-03
ROJI POVE ROGM	-63.728881	-10.119160	8.52E-04	1.77E-03	-2.21E-03	1.05E-03	-2.82E-03	1.16E-03	1.89E-03	1.59E-03	-3.86E-03	1.29E-03	-2.83E+01	9.18E+00	-1.97E-03	2.04E-03
ELEN CHET ICAM	-89.564770	18.421597	-1.16E-03	1.37E-03	-1.68E-03	1.20E-03	-7.87E-04	2.12E-03	7.16E-04	1.36E-03	-2.66E-03	1.73E-03	-3.50E+01	2.03E+01	-1.94E-03	2.20E-03
GVAL CEFÉ BATF	-40.673473	-18.907090	9.96E-03	1.45E-03	-2.70E-03	1.23E-03	-1.19E-02	2.01E-03	1.03E-02	1.50E-03	-1.22E-02	1.94E-03	-1.18E+01	4.46E+00	-1.91E-03	2.45E-03
VBCA AZUL SRLP	-62.143637	-37.363097	-1.25E-03	2.52E-03	1.59E-03	1.24E-03	-5.34E-04	1.25E-03	7.38E-04	1.31E-03	-2.52E-03	2.10E-03	-6.18E+01	6.11E+01	-1.78E-03	2.48E-03
MABA MTSF TOPL	-49.372161	-9.050904	1.53E-03	5.38E-04	3.86E-04	1.33E-03	-3.21E-03	2.66E-03	1.56E-03	5.11E-04	-3.24E-03	2.78E-03	1.82E+01	8.78E+01	-1.69E-03	2.83E-03
BRFT CRAT RNMO	-38.388869	-5.439899	5.32E-03	1.43E-03	-4.55E-03	1.31E-03	-6.94E-03	3.04E-03	6.82E-03	1.73E-03	-8.44E-03	2.52E-03	-2.18E+01	5.56E+00	-1.62E-03	3.06E-03
VBCA MPLA AZUL	-59.893883	-37.834465	-4.17E-03	2.90E-03	1.54E-03	1.15E-03	2.59E-03	1.07E-03	2.92E-03	9.95E-04	-4.50E-03	2.93E-03	4.81E+01	7.54E+01	-1.58E-03	3.10E-03
VIL2 ELEN ICAM	-91.108728	18.253308	-1.02E-03	1.33E-03	-1.39E-03	1.03E-03	-4.99E-04	1.24E-03	6.55E-04	1.22E-03	-2.17E-03	1.33E-03	-3.42E+01	1.85E+01	-1.52E-03	1.80E-03
ROGM RIOB URUS	-66.749269	-12.900834	-3.74E-03	4.00E-04	-5.93E-03	1.07E-03	2.22E-03	1.73E-03	5.88E-03	1.33E-03	-7.40E-03	1.11E-03	-2.67E+01	2.99E+00	-1.52E-03	1.73E-03
UYRO SMAR UYTA	-54.402984	-31.800998	-1.48E-04	8.99E-04	2.79E-03	1.16E-03	-1.34E-03	2.72E-03	2.11E-03	1.49E-03	-3.60E-03	1.95E-03	-7.63E+01	4.14E+01	-1.49E-03	2.46E-03
GUAT OAX2 GALA	-92.513514	10.308683	-4.12E-03	2.68E-04	-1.44E-02	6.13E-04	2.63E-03	9.42E-04	1.40E-02	4.21E-04	-1.55E-02	1.00E-03	-2.69E+01	9.49E-01	-1.49E-03	1.09E-03

VIVI YOPA FQNE	-73.235932	4.954588	2.81E-02	2.57E-03	7.19E-03	2.50E-03	-2.95E-02	2.76E-03	2.90E-02	2.41E-03	-3.04E-02	2.95E-03	1.83E+01	8.23E+00	-1.43E-03	3.81E-03
NASO GCGT EXU0	-78.238368	22.636512	1.06E-03	1.49E-03	1.82E-03	9.64E-04	-2.42E-03	1.74E-03	1.84E-03	8.71E-04	-3.20E-03	1.90E-03	8.94E+01	6.73E+01	-1.36E-03	2.09E-03
ROJI SCRZ CUIB	-60.396419	-14.738651	-9.09E-04	5.42E-04	-2.05E-03	4.46E-04	-3.46E-04	5.27E-04	1.44E-03	5.17E-04	-2.70E-03	5.68E-04	-3.04E+01	4.65E+00	-1.25E-03	7.68E-04
UYMO UYRO UYTA	-55.250747	-33.524130	-3.83E-03	1.76E-03	2.53E-03	1.50E-03	2.63E-03	2.13E-03	3.50E-03	2.01E-03	-4.70E-03	1.47E-03	6.90E+01	5.02E+01	-1.20E-03	2.49E-03
SMAR SCCH SVIC	-53.601207	-27.950067	-8.38E-03	1.11E-03	2.04E-03	1.67E-03	7.20E-03	2.27E-03	7.46E-03	2.28E-03	-8.64E-03	1.21E-03	2.06E+01	2.16E+01	-1.18E-03	2.58E-03
MTY2 MERI KYW1	-90.528752	23.759275	-1.59E-03	1.58E-03	-1.48E-04	3.54E-04	4.11E-04	2.37E-04	4.22E-04	2.25E-04	-1.60E-03	1.57E-03	-1.46E+01	4.57E+01	-1.18E-03	1.59E-03
RIOB CRUZ AREQ	-70.655906	-11.347379	1.96E-03	4.25E-04	-2.94E-03	5.21E-04	-3.12E-03	1.03E-03	3.31E-03	5.55E-04	-4.46E-03	9.58E-04	-2.52E+01	3.96E+00	-1.15E-03	1.11E-03
UYTA EBYP MECO	-56.635184	-29.412299	-2.42E-03	1.26E-03	-2.84E-03	1.21E-03	1.30E-03	3.06E-03	2.83E-03	2.61E-03	-3.96E-03	1.35E-03	-2.66E+01	7.32E+00	-1.13E-03	2.94E-03
MTSF TOGU TOPL	-49.347762	-11.179013	-9.92E-04	4.29E-03	-1.33E-03	3.00E-03	-3.76E-05	2.11E-03	8.97E-04	4.87E-03	-1.93E-03	1.61E-03	-3.08E+01	2.93E+01	-1.03E-03	5.13E-03
RWSN VBCA LHCL	-64.323908	-40.000770	-1.01E-03	6.46E-04	2.55E-03	9.84E-04	2.86E-05	1.47E-03	2.11E-03	1.27E-03	-3.09E-03	1.23E-03	-8.02E+01	3.22E+01	-9.82E-04	1.77E-03
PRGU SVIC SCCH	-52.858202	-26.505092	-8.50E-03	4.67E-03	4.66E-03	2.96E-03	7.60E-03	1.95E-03	8.85E-03	1.37E-03	-9.76E-03	5.69E-03	4.81E+01	5.44E+01	-9.08E-04	5.86E-03
GVAL VICO CEFÉ	-41.715688	-19.975967	1.98E-03	2.06E-03	-1.54E-03	1.39E-03	-2.83E-03	1.56E-03	2.43E-03	2.08E-03	-3.28E-03	1.57E-03	-2.12E+01	1.31E+01	-8.45E-04	2.61E-03
ICAM CHET MERI	-89.482338	19.776260	-8.69E-04	2.11E-03	-9.99E-04	1.63E-03	6.36E-05	2.91E-03	7.00E-04	1.54E-03	-1.50E-03	2.66E-03	-3.05E+01	4.26E+01	-8.05E-04	3.07E-03
UBER MGBH MCLA	-45.374395	-18.517277	-4.62E-04	1.20E-03	2.75E-03	9.29E-04	-2.44E-04	7.35E-04	2.40E-03	9.37E-04	-3.11E-03	1.29E-03	-8.27E+01	3.12E+01	-7.06E-04	1.59E-03
BOMJ TOGU BRAZ	-46.782901	-13.649913	6.09E-04	9.53E-04	7.77E-04	6.63E-04	-1.28E-03	6.22E-04	8.88E-04	9.87E-04	-1.55E-03	6.86E-04	8.19E+01	7.39E+01	-6.66E-04	1.20E-03
SAGA VIVI FLOR	-72.082092	1.850357	7.84E-05	1.60E-03	1.47E-03	6.78E-04	-7.31E-04	6.28E-04	1.20E-03	1.24E-03	-1.85E-03	6.09E-04	-7.95E+01	3.10E+01	-6.52E-04	1.38E-03
EXU0 SCUB GTK0	-74.260103	21.669634	2.01E-03	1.08E-03	-2.84E-03	8.32E-04	-2.64E-03	6.98E-04	3.35E-03	9.99E-04	-3.98E-03	9.14E-04	-2.46E+01	4.71E+00	-6.31E-04	1.35E-03
GOJA SJRP UBER	-49.801010	-19.186111	-1.87E-03	1.58E-03	1.38E-03	1.19E-03	1.28E-03	1.56E-03	1.80E-03	1.91E-03	-2.38E-03	1.35E-03	7.31E+01	7.82E+01	-5.87E-04	2.34E-03
BRAZ MTBA GOJA	-50.622903	-16.573575	-5.45E-03	1.89E-03	-3.17E-03	1.29E-03	4.87E-03	8.80E-04	5.76E-03	1.29E-03	-6.35E-03	1.86E-03	-1.95E+01	6.04E+00	-5.86E-04	2.26E-03
VBCA SRLP LHCL	-64.048293	-37.774976	-3.02E-04	2.82E-03	2.40E-03	1.75E-03	-1.56E-04	1.85E-03	2.17E-03	2.57E-03	-2.63E-03	1.85E-03	-8.46E+01	5.75E+01	-4.58E-04	3.16E-03
MSCG SCRZ MSDO	-57.504763	-20.151516	-2.15E-03	2.00E-03	3.51E-03	1.72E-03	1.71E-03	1.43E-03	3.78E-03	2.65E-03	-4.23E-03	1.58E-03	8.56E+01	3.96E+01	-4.45E-04	3.08E-03
PDES MPLA RWSN	-62.851023	-43.029360	-2.07E-03	1.22E-03	3.53E-03	2.03E-03	1.65E-03	3.33E-03	3.78E-03	1.04E-03	-4.20E-03	3.40E-03	8.60E+01	6.52E+01	-4.27E-04	3.56E-03
MSDO SCRZ UNSA	-61.127076	-21.580368	6.44E-04	5.83E-04	2.02E-03	4.28E-04	-9.80E-04	3.62E-04	2.01E-03	4.91E-04	-2.34E-03	5.02E-04	-8.97E+01	1.87E+01	-3.36E-04	7.03E-04
IDGO USLP MTY2	-101.978551	23.975731	-2.74E-03	1.10E-03	6.96E-04	8.46E-04	2.42E-03	8.84E-04	2.52E-03	8.82E-04	-2.83E-03	1.13E-03	2.09E+01	3.42E+01	-3.11E-04	1.44E-03
MABA MTCO MTSF	-51.747356	-9.261841	1.35E-03	8.36E-04	5.50E-04	7.18E-04	-1.60E-03	6.90E-04	1.45E-03	6.58E-04	-1.70E-03	8.07E-04	3.14E+01	5.82E+01	-2.52E-04	1.04E-03
RIOB AMHU SAGA	-65.963036	-5.870853	1.07E-03	3.65E-04	-1.71E-03	4.85E-04	-1.27E-03	8.98E-04	1.97E-03	4.46E-04	-2.17E-03	7.14E-04	-2.49E+01	5.41E+00	-2.05E-04	8.42E-04
KYW1 MERI CHET	-86.524191	21.352532	9.55E-05	1.18E-03	-8.53E-05	8.57E-04	-2.12E-04	1.19E-03	1.18E-04	1.29E-03	-2.34E-04	7.97E-04	-2.28E+01	1.44E+02	-1.17E-04	1.51E-03

SMRT BRFT ASC1	-38.648826	2.071202	-8.88E-04	1.10E-03	2.84E-03	5.98E-04	8.13E-04	3.12E-04	2.93E-03	1.13E-03	-3.00E-03	2.70E-04	8.82E+01	1.36E+01	-7.52E-05	1.17E-03
EBYP UNSA MECO	-59.791888	-27.093763	1.58E-03	2.53E-03	-3.30E-03	8.94E-04	-1.61E-03	9.76E-04	3.65E-03	1.59E-03	-3.68E-03	1.48E-03	-2.54E+01	5.68E+00	-3.20E-05	2.17E-03
RIOB AREQ URUS	-68.803332	-14.794592	-2.75E-03	4.54E-04	-3.69E-04	6.03E-04	2.76E-03	9.89E-04	2.78E-03	9.81E-04	-2.77E-03	4.26E-04	-6.68E+00	9.59E+00	1.11E-05	1.07E-03
POAL SMAR UYRO	-52.797061	-31.264657	-2.44E-04	8.41E-04	4.45E-04	1.21E-03	3.95E-04	1.63E-03	6.24E-04	1.47E-03	-4.73E-04	1.48E-03	6.82E+01	2.50E+02	1.51E-04	2.09E-03
IQUI CRUZ SAGA	-70.999533	-3.840787	1.09E-03	8.21E-04	-6.22E-04	1.01E-03	-9.25E-04	1.51E-03	1.26E-03	1.18E-03	-1.10E-03	9.87E-04	-1.83E+01	2.06E+01	1.62E-04	1.54E-03
PRGU SCCH SCLA	-51.463782	-26.771466	1.50E-04	1.54E-03	-7.78E-04	1.46E-03	4.34E-05	2.15E-03	8.77E-04	1.42E-03	-6.84E-04	2.20E-03	-2.52E+01	3.67E+01	1.93E-04	2.62E-03
TOPL BOMJ PISR	-44.818391	-10.819101	2.54E-03	8.92E-04	-4.46E-04	6.74E-04	-2.26E-03	5.98E-04	2.58E-03	8.90E-04	-2.30E-03	6.28E-04	-8.39E+00	1.08E+01	2.73E-04	1.09E-03
MAPA NAUS MABA	-53.424884	-2.779537	-2.67E-04	8.13E-04	3.74E-04	4.97E-04	5.70E-04	2.89E-04	7.12E-04	4.28E-04	-4.09E-04	6.59E-04	4.78E+01	9.72E+01	3.03E-04	7.86E-04
RIOD CHPI POLI	-45.007249	-23.020212	2.21E-03	2.20E-02	4.03E-03	5.55E-03	-1.89E-03	1.67E-03	4.68E-03	1.20E-02	-4.36E-03	1.11E-02	8.08E+01	1.77E+02	3.17E-04	1.64E-02
BOAV ARCA SAGA	-66.172476	3.261868	1.31E-04	7.47E-04	8.63E-04	4.29E-04	2.18E-04	3.94E-04	1.04E-03	7.12E-04	-6.90E-04	3.52E-04	7.85E+01	3.98E+01	3.49E-04	7.95E-04
SAGA CRUZ RIOB	-69.177568	-5.906825	9.19E-04	4.28E-04	-6.36E-04	4.95E-04	-5.34E-04	8.57E-04	1.16E-03	6.08E-04	-7.73E-04	7.54E-04	-1.95E+01	1.18E+01	3.86E-04	9.69E-04
BAVC MCLA GVAL	-42.213879	-16.821438	-1.63E-04	1.04E-03	2.28E-03	8.99E-04	5.82E-04	1.59E-03	2.52E-03	9.57E-04	-2.10E-03	1.35E-03	8.40E+01	4.17E+01	4.20E-04	1.66E-03
RWSN MPLA VBCA	-61.635872	-40.011751	-1.72E-03	1.94E-03	3.10E-03	1.71E-03	2.17E-03	1.40E-03	3.88E-03	5.72E-04	-3.43E-03	3.09E-03	7.58E+01	6.54E+01	4.51E-04	3.15E-03
BAIR BAVC SALV	-40.391194	-13.067543	-2.88E-03	1.18E-03	-4.03E-04	8.92E-04	3.34E-03	1.26E-03	3.37E-03	1.24E-03	-2.91E-03	1.20E-03	-6.10E+00	1.21E+01	4.57E-04	1.73E-03
MSCG PPTE GOJA	-52.558449	-20.148028	7.13E-04	8.92E-04	-1.60E-03	8.14E-04	-2.52E-04	1.30E-03	1.90E-03	9.98E-04	-1.44E-03	1.11E-03	-2.46E+01	9.12E+00	4.61E-04	1.49E-03
RIOP CUEC IQUI	-76.974104	-2.767080	1.37E-03	3.01E-03	4.61E-03	2.00E-03	-8.67E-04	1.18E-03	5.00E-03	2.94E-03	-4.49E-03	1.67E-03	8.52E+01	3.37E+01	5.03E-04	3.38E-03
NEIA POLI SJRP	-48.005077	-23.120468	-3.77E-04	1.26E-03	-4.09E-03	1.21E-03	1.06E-03	3.15E-03	4.50E-03	1.46E-03	-3.82E-03	2.20E-03	-2.55E+01	6.65E+00	6.80E-04	2.64E-03
RJCG CEFV VICO	-41.505200	-20.945720	5.09E-03	3.29E-03	2.34E-03	1.65E-03	-4.39E-03	1.56E-03	5.63E-03	2.96E-03	-4.94E-03	1.63E-03	3.54E+01	3.53E+01	6.93E-04	3.38E-03
BUCA CASI BERR	-74.243208	7.200152	1.85E-02	3.66E-03	1.98E-02	2.08E-03	-1.77E-02	1.96E-03	2.72E-02	4.06E-03	-2.64E-02	1.72E-03	6.95E+01	8.48E+00	7.33E-04	4.41E-03
NAUS MAPA BOAV	-57.284489	-0.043683	4.76E-05	6.64E-04	-2.11E-05	4.82E-04	7.04E-04	3.12E-04	7.05E-04	3.14E-04	4.69E-05	6.68E-04	-1.67E+00	3.70E+01	7.52E-04	7.38E-04
UGTO USLP IDGO	-102.298137	22.404799	8.10E-04	2.72E-03	-4.10E-04	2.83E-03	-3.27E-05	3.93E-03	9.77E-04	1.98E-03	-1.99E-04	5.30E-03	-1.65E+01	9.63E+01	7.78E-04	5.65E-03
LPGS UNRO AZUL	-59.480668	-34.877707	2.18E-03	1.06E-03	2.65E-03	1.02E-03	-1.38E-03	2.24E-03	3.59E-03	1.31E-03	-2.80E-03	1.67E-03	7.05E+01	4.16E+01	7.93E-04	2.12E-03
SRZN BOAV MAPA	-55.667176	2.782504	4.03E-04	1.15E-03	-3.27E-04	5.11E-04	4.55E-04	4.10E-04	7.57E-04	4.38E-04	1.01E-04	9.86E-04	-1.68E+01	2.25E+01	8.58E-04	1.08E-03
UFPR SCLA IMBT	-49.396979	-27.158681	5.56E-04	1.15E-03	2.95E-03	1.81E-03	3.35E-04	2.80E-03	3.40E-03	2.40E-03	-2.51E-03	2.09E-03	8.14E+01	5.60E+01	8.91E-04	3.18E-03
SALV ALAR PEPE	-38.557301	-10.714104	2.05E-03	9.58E-04	-1.43E-03	8.14E-04	-1.10E-03	1.02E-03	2.61E-03	9.37E-04	-1.65E-03	1.08E-03	-1.95E+01	8.20E+00	9.54E-04	1.43E-03
KYW1 CHET GCGT	-83.777235	20.790166	1.11E-04	6.84E-04	-8.53E-04	6.76E-04	1.08E-03	6.73E-04	1.57E-03	1.05E-03	-3.86E-04	4.94E-04	-1.94E+01	9.91E+00	1.19E-03	1.16E-03
SJRP POLI MGIN	-47.472762	-22.219909	3.98E-04	2.37E-03	-3.66E-03	2.24E-03	8.28E-04	3.24E-03	4.28E-03	8.72E-04	-3.05E-03	4.03E-03	-2.48E+01	1.32E+01	1.23E-03	4.12E-03

AZUL UNRO SRLP	-61.596703	-35.449292	1.78E-03	9.05E-04	1.95E-03	1.03E-03	-5.43E-04	1.24E-03	2.88E-03	9.13E-04	-1.65E-03	1.51E-03	6.43E+01	5.14E+01	1.24E-03	1.77E-03
VALL BQLA MAGA	-74.287139	10.244508	5.99E-03	2.18E-03	9.52E-06	1.90E-03	-4.74E-03	2.22E-03	5.99E-03	2.18E-03	-4.74E-03	2.23E-03	9.12E-02	1.82E+01	1.25E-03	3.11E-03
RIOD IMBT RJCG	-44.429385	-24.272516	8.73E-03	1.93E-02	-2.12E-04	1.68E-02	-7.46E-03	1.44E-02	8.73E-03	1.98E-02	-7.47E-03	1.40E-02	-1.36E+00	1.05E+02	1.26E-03	2.42E-02
CHIH IDGO MTY2	-103.668908	26.148384	-5.20E-04	1.03E-03	9.01E-04	7.13E-04	1.87E-03	7.34E-04	2.17E-03	8.57E-04	-8.21E-04	7.97E-04	3.53E+01	4.03E+01	1.35E-03	1.17E-03
NAUS BOAV SAGA	-62.604638	-0.107197	1.04E-04	6.65E-04	-6.07E-05	5.03E-04	1.26E-03	4.59E-04	1.27E-03	4.59E-04	1.01E-04	6.71E-04	-2.62E+00	2.07E+01	1.37E-03	8.13E-04
CHIH HER2 CULC	-108.155517	27.516609	9.88E-04	8.14E-04	3.61E-04	7.94E-04	4.06E-04	9.53E-04	1.16E-03	1.04E-03	2.33E-04	7.24E-04	2.43E+01	7.14E+01	1.39E-03	1.26E-03
TAMP MERI MTY2	-95.932417	22.991291	2.73E-04	2.59E-03	9.50E-04	1.66E-03	1.12E-03	8.85E-04	1.74E-03	2.76E-03	-3.42E-04	8.94E-04	5.03E+01	1.13E+02	1.40E-03	2.90E-03
IQUI CUEC LIEC	-77.156581	-3.546301	8.24E-04	3.56E-03	9.33E-03	2.43E-03	6.28E-04	5.46E-04	1.01E-02	2.88E-03	-8.60E-03	3.10E-03	8.55E+01	2.47E+01	1.45E-03	4.23E-03
CULC IDGO CHIH	-106.035471	25.841577	6.55E-05	7.05E-04	1.80E-03	1.13E-03	1.41E-03	1.72E-03	2.66E-03	1.81E-03	-1.19E-03	1.05E-03	6.45E+01	5.09E+01	1.48E-03	2.09E-03
BAIR BOMJ BAVC	-42.027652	-13.149839	-3.38E-03	1.14E-03	-1.11E-03	1.04E-03	4.87E-03	1.93E-03	5.02E-03	1.82E-03	-3.52E-03	1.19E-03	-1.03E+01	7.93E+00	1.50E-03	2.18E-03
USLP UGTO TAMP	-100.050453	21.808421	1.87E-03	3.99E-03	-2.97E-03	3.00E-03	-3.13E-04	1.52E-03	3.94E-03	5.17E-03	-2.38E-03	1.68E-03	-2.33E+01	1.30E+01	1.55E-03	5.44E-03
MTCO MTBA MTSF	-52.794834	-12.771038	2.15E-03	7.05E-04	3.79E-03	6.96E-04	-5.66E-04	8.96E-04	4.81E-03	9.70E-04	-3.23E-03	6.37E-04	7.48E+01	1.54E+01	1.58E-03	1.16E-03
MGBH UBER VARG	-45.892248	-20.124706	4.24E-03	2.17E-03	-1.50E-03	1.03E-03	-2.65E-03	1.16E-03	4.56E-03	2.02E-03	-2.96E-03	1.34E-03	-1.39E+01	7.52E+00	1.59E-03	2.42E-03
MPLA LPGS AZUL	-58.448241	-36.569790	-1.21E-03	1.20E-03	2.82E-03	1.19E-03	2.80E-03	2.27E-03	4.26E-03	2.09E-03	-2.66E-03	1.30E-03	6.29E+01	3.58E+01	1.59E-03	2.46E-03
SALU KOUR BELE	-48.493663	0.416643	-1.01E-03	2.83E-03	3.42E-04	2.34E-03	2.64E-03	1.84E-03	2.68E-03	2.24E-03	-1.04E-03	2.41E-03	8.33E+00	6.51E+01	1.63E-03	3.29E-03
VARG MGIN CHPI	-45.582686	-22.182797	-7.84E-03	3.45E-03	4.96E-03	2.51E-03	9.59E-03	3.06E-03	1.09E-02	3.15E-03	-9.15E-03	3.23E-03	3.98E+01	3.04E+01	1.75E-03	4.51E-03
PUR3 CRCS SMRT	-65.696448	15.669257	1.47E-03	4.70E-04	7.76E-03	7.42E-04	3.34E-04	9.82E-04	8.69E-03	6.83E-04	-6.89E-03	1.08E-03	8.32E+01	9.88E+00	1.80E-03	1.27E-03
KOUR SRZN MAPA	-53.035458	3.584837	2.43E-03	1.65E-03	7.18E-04	1.79E-03	-5.88E-04	1.78E-03	2.59E-03	2.33E-03	-7.50E-04	1.33E-03	2.10E+01	6.73E+01	1.84E-03	2.68E-03
SMAR EBYP UYTA	-55.182100	-29.590311	-2.53E-03	1.27E-03	8.60E-04	1.23E-03	4.68E-03	3.13E-03	4.78E-03	3.03E-03	-2.63E-03	1.23E-03	1.24E+01	2.13E+01	2.15E-03	3.27E-03
MGBH GVAL MCLA	-43.254611	-18.505967	-3.97E-04	1.18E-03	2.99E-03	1.19E-03	2.63E-03	2.07E-03	4.47E-03	1.76E-03	-2.24E-03	1.18E-03	6.37E+01	3.28E+01	2.23E-03	2.11E-03
MABA NAUS MTCO	-54.877859	-6.396387	2.34E-03	5.76E-04	-7.81E-04	3.26E-04	-6.72E-05	3.54E-04	2.57E-03	5.07E-04	-2.98E-04	3.76E-04	-1.31E+01	4.29E+00	2.28E-03	6.31E-04
RIOH JAMA SAMA	-74.612556	13.559162	-3.72E-03	1.91E-03	-1.70E-03	2.07E-03	6.06E-03	2.61E-03	6.35E-03	2.43E-03	-4.01E-03	2.51E-03	-1.19E+01	1.17E+01	2.34E-03	3.49E-03
VESL GOUG OHI2	-23.541277	-58.447903	1.54E-03	1.42E-04	1.78E-03	1.35E-04	8.02E-04	1.58E-04	2.99E-03	1.00E-04	-6.49E-04	2.06E-04	5.58E+01	6.75E+00	2.34E-03	2.29E-04
SALU BELE IMPZ	-46.724088	-3.164673	9.13E-04	9.19E-04	-1.42E-03	7.29E-04	1.48E-03	8.44E-04	2.64E-03	8.96E-04	-2.48E-04	8.92E-04	-1.92E+01	7.14E+00	2.39E-03	1.26E-03
GCGT NASO KYW1	-80.164912	22.975920	2.18E-04	6.81E-04	1.01E-03	9.22E-04	2.25E-03	1.11E-03	2.66E-03	7.97E-04	-1.95E-04	1.16E-03	3.13E+01	4.14E+01	2.47E-03	1.40E-03
RIO2 OHI2 PDES	-63.855709	-54.953382	1.10E-03	3.98E-04	-7.46E-03	1.07E-03	1.51E-03	4.32E-03	8.77E-03	1.42E-03	-6.16E-03	3.09E-03	-2.47E+01	4.47E+00	2.61E-03	3.40E-03
MTSF MTBA TOGU	-50.659112	-13.085319	1.60E-03	2.13E-03	4.28E-03	2.13E-03	1.06E-03	2.23E-03	5.61E-03	9.51E-04	-2.96E-03	3.66E-03	7.26E+01	5.62E+01	2.66E-03	3.78E-03

CRCS ARCA BOAV	-66.124388	6.810663	-2.00E-04	8.49E-04	3.92E-03	4.26E-04	2.94E-03	5.38E-04	5.59E-03	7.07E-04	-2.85E-03	4.59E-04	6.69E+01	9.41E+00	2.74E-03	8.43E-04
GOUG ASC1 CEFE	-21.537415	-22.870280	-1.48E-03	1.21E-04	-3.65E-03	1.02E-04	4.28E-03	1.36E-04	6.05E-03	1.25E-04	-3.25E-03	1.36E-04	-2.06E+01	4.22E-01	2.80E-03	1.84E-04
BOMJ BRAZ MCLA	-45.060307	-15.307809	2.17E-03	1.22E-03	-1.31E-03	9.73E-04	6.75E-04	8.11E-04	2.93E-03	1.53E-03	-8.70E-05	7.45E-04	-1.72E+01	8.76E+00	2.85E-03	1.71E-03
PRMA UFPR PPTTE	-50.859304	-23.659320	-4.33E-03	1.95E-03	-3.94E-04	2.11E-03	7.25E-03	4.48E-03	7.26E-03	4.37E-03	-4.34E-03	2.00E-03	-2.95E+00	1.50E+01	2.92E-03	4.80E-03
BRFT SALU CRAT	-40.684541	-4.569641	4.57E-03	9.69E-04	-3.97E-03	8.06E-04	-1.48E-03	8.80E-04	6.53E-03	7.86E-04	-3.44E-03	1.26E-03	-2.07E+01	3.29E+00	3.09E-03	1.48E-03
SMRT SRZN KOUR	-57.039302	9.583363	2.54E-03	2.30E-03	6.26E-03	2.04E-03	6.11E-04	1.80E-03	7.91E-03	3.83E-03	-4.76E-03	6.00E-04	7.52E+01	2.27E+01	3.15E-03	3.88E-03
BRAZ GOJA UBER	-49.306983	-17.573429	3.56E-03	1.40E-03	-4.92E-04	1.07E-03	-3.74E-04	9.06E-04	3.62E-03	1.49E-03	-4.34E-04	8.71E-04	-6.82E+00	1.30E+01	3.19E-03	1.73E-03
UBER SJRP MGIN	-48.001649	-20.664538	-2.46E-03	1.35E-03	5.10E-04	1.25E-03	5.73E-03	2.14E-03	5.76E-03	2.22E-03	-2.49E-03	1.31E-03	5.55E+00	1.49E+01	3.27E-03	2.58E-03
IQUI LIEC CRUZ	-75.046452	-5.122256	2.87E-03	1.15E-03	4.15E-03	9.48E-04	4.77E-04	6.09E-04	5.99E-03	1.54E-03	-2.65E-03	6.34E-04	6.61E+01	1.74E+01	3.34E-03	1.66E-03
ROJI CUIB MTCO	-57.828615	-12.407676	1.45E-03	7.54E-04	3.62E-04	6.42E-04	2.01E-03	5.89E-04	2.19E-03	8.71E-04	1.27E-03	6.37E-04	1.12E+01	2.35E+01	3.46E-03	1.08E-03
PDES RWSN ESQU	-67.448442	-44.656530	-2.49E-03	8.19E-04	2.32E-03	8.40E-04	6.06E-03	8.92E-04	6.65E-03	1.09E-03	-3.08E-03	6.99E-04	2.82E+01	1.38E+01	3.57E-03	1.29E-03
PRGU SCLA UFPR	-50.340931	-26.208400	1.50E-03	1.29E-03	1.28E-03	1.44E-03	2.28E-03	1.87E-03	3.23E-03	1.88E-03	5.50E-04	1.60E-03	3.33E+01	5.36E+01	3.78E-03	2.47E-03
CHPI MGIN POLI	-46.014498	-22.853785	-1.30E-03	3.85E-03	-1.55E-03	2.72E-03	5.18E-03	2.28E-03	5.53E-03	2.76E-03	-1.65E-03	3.16E-03	-1.24E+01	1.73E+01	3.88E-03	4.20E-03
CRCS SRNW SMRT	-62.338105	11.496627	2.92E-03	3.49E-04	5.85E-03	3.34E-04	1.08E-03	5.42E-04	7.93E-03	5.35E-04	-3.93E-03	2.67E-04	7.05E+01	4.57E+00	4.00E-03	5.98E-04
EBYP MSDO UNSA	-58.704576	-24.771085	4.24E-03	9.70E-04	-2.39E-04	6.65E-04	5.29E-05	3.70E-04	4.25E-03	9.90E-04	3.93E-05	3.55E-04	-3.04E+00	8.01E+00	4.29E-03	1.05E-03
UYRO MPLA OHI2	-56.329100	-45.119230	1.20E-03	1.39E-04	-4.53E-03	1.00E-03	3.24E-03	3.09E-03	6.86E-03	2.76E-03	-2.43E-03	7.17E-04	-2.17E+01	2.90E+00	4.43E-03	2.85E-03
GCGT ANDS JAMA	-79.953683	16.606106	-7.35E-03	7.20E-04	-7.06E-03	7.09E-04	1.18E-02	8.23E-04	1.41E-02	8.40E-04	-9.67E-03	5.51E-04	-1.84E+01	1.23E+00	4.44E-03	1.00E-03
NASO EXUO GTKO	-74.826750	23.349792	-1.03E-03	2.32E-02	5.02E-03	1.61E-02	5.61E-03	1.08E-02	8.31E-03	2.69E-02	-3.73E-03	7.29E-03	5.68E+01	2.21E+02	4.58E-03	2.78E-02
CART APTO MOTE	-76.008972	9.020362	1.17E-02	7.22E-03	-1.85E-02	1.60E-02	-7.08E-03	3.34E-02	2.30E-02	2.81E-02	-1.84E-02	1.27E-02	-2.40E+01	1.21E+01	4.59E-03	3.08E-02
POVE RIOB ROGM	-65.676580	-9.819679	2.42E-03	3.09E-03	-5.01E-03	1.48E-03	2.17E-03	9.82E-04	7.31E-03	2.80E-03	-2.72E-03	1.14E-03	-2.21E+01	3.96E+00	4.59E-03	3.02E-03
BRAZ UBER MCLA	-46.692052	-17.185802	3.39E-03	1.40E-03	2.24E-04	1.07E-03	1.37E-03	7.83E-04	3.42E-03	1.31E-03	1.35E-03	8.74E-04	4.01E+00	2.05E+01	4.76E-03	1.58E-03
ESQU RWSN LHCL	-67.341965	-41.406218	-1.13E-03	6.89E-04	3.08E-03	7.20E-04	6.17E-03	7.99E-04	7.30E-03	6.71E-04	-2.25E-03	9.27E-04	3.61E+01	1.26E+01	5.04E-03	1.14E-03
BOMJ MCLA BAVC	-42.701918	-14.954755	1.98E-03	1.14E-03	-5.94E-04	9.28E-04	3.22E-03	1.24E-03	3.45E-03	1.26E-03	1.74E-03	1.02E-03	-8.34E+00	1.12E+01	5.19E-03	1.62E-03
VIVI NEVA FLOR	-74.827176	2.877408	5.90E-02	5.50E-03	-1.22E-02	7.45E-03	-5.38E-02	9.55E-03	6.03E-02	6.97E-03	-5.51E-02	8.00E-03	-9.58E+00	4.87E+00	5.20E-03	1.06E-02
PALM VESL OHI2	-41.598079	-66.589989	1.09E-03	1.61E-03	4.13E-03	6.41E-04	4.29E-03	6.95E-04	7.11E-03	1.10E-03	-1.74E-03	9.61E-04	5.41E+01	1.33E+01	5.38E-03	1.46E-03
BRFT KOUR SALU	-45.147992	-0.406241	4.11E-03	4.82E-03	2.10E-03	2.77E-03	1.49E-03	1.55E-03	5.27E-03	6.32E-03	3.23E-04	2.63E-04	3.35E+01	5.78E+01	5.60E-03	6.32E-03
IMBT UYRO GOUG	-37.363755	-34.194892	-8.84E-04	6.02E-04	-2.64E-03	3.17E-04	6.48E-03	2.46E-04	7.33E-03	8.33E-05	-1.73E-03	5.69E-04	-1.48E+01	1.49E+00	5.60E-03	5.75E-04

SAGA AMHU NAUS	-63.380438	-3.556673	3.62E-03	6.00E-04	1.55E-03	4.69E-04	1.97E-03	7.04E-04	4.56E-03	7.03E-04	1.04E-03	4.34E-04	2.73E+01	1.12E+01	5.60E-03	8.26E-04
UYMO MPLA UYRO	-55.781950	-35.641642	-1.24E-03	3.49E-03	-3.68E-03	3.89E-03	7.01E-03	4.29E-03	8.41E-03	6.50E-03	-2.65E-03	1.25E-03	-1.69E+01	1.19E+01	5.76E-03	6.62E-03
SRZN SMRT SRNW	-58.434625	9.814331	5.33E-03	2.77E-03	8.52E-03	3.19E-03	8.22E-04	3.29E-03	1.19E-02	5.79E-03	-5.74E-03	1.08E-03	6.84E+01	2.67E+01	6.15E-03	5.89E-03
IMBT GOUG RJCG	-33.287531	-30.116179	-4.08E-04	4.58E-04	-2.29E-03	2.18E-04	6.62E-03	2.66E-04	7.30E-03	1.58E-04	-1.09E-03	4.63E-04	-1.34E+01	1.13E+00	6.21E-03	4.89E-04
TOGU MTBA BRAZ	-49.730566	-14.528050	1.34E-03	7.81E-04	3.04E-03	7.60E-04	4.98E-03	8.98E-04	6.70E-03	7.60E-04	-3.79E-04	9.93E-04	3.96E+01	1.50E+01	6.32E-03	1.25E-03
EXUO GCGT SCUB	-77.671722	20.956354	1.90E-03	1.04E-03	-2.64E-03	9.72E-04	4.42E-03	8.82E-04	6.09E-03	1.52E-03	2.35E-04	7.21E-04	-1.68E+01	4.28E+00	6.32E-03	1.68E-03
SAGA YOPA VIVI	-71.010256	3.084189	5.88E-03	2.21E-03	4.32E-03	1.17E-03	4.92E-04	1.72E-03	8.27E-03	2.37E-03	-1.90E-03	6.38E-04	4.75E+01	1.68E+01	6.37E-03	2.46E-03
PEPE BAIR SALV	-40.292334	-11.232911	3.47E-03	1.32E-03	9.57E-04	1.03E-03	2.91E-03	1.69E-03	4.19E-03	1.66E-03	2.19E-03	8.43E-04	1.65E+01	2.21E+01	6.38E-03	1.86E-03
GOUG UYRO OHI2	-40.445625	-45.890306	-2.00E-04	1.30E-04	-1.98E-03	1.02E-04	6.74E-03	9.90E-05	7.26E-03	1.09E-04	-7.26E-04	1.27E-04	-1.21E+01	5.02E-01	6.54E-03	1.68E-04
NAUS AMHU MTCO	-59.513265	-7.110010	3.71E-03	5.96E-04	1.27E-03	4.57E-04	2.96E-03	7.00E-04	4.66E-03	7.27E-04	2.01E-03	3.70E-04	2.05E+01	9.54E+00	6.67E-03	8.15E-04
MECO UCOR UNRO	-60.965925	-31.193067	7.94E-04	1.62E-03	-9.15E-03	9.01E-04	6.36E-03	8.27E-04	1.31E-02	1.43E-03	-5.98E-03	7.64E-04	-2.23E+01	1.36E+00	7.15E-03	1.62E-03
ASC1 BRFT RNNA	-29.348439	-5.888267	7.45E-03	1.09E-02	8.95E-04	3.26E-03	-1.32E-04	7.48E-04	7.56E-03	1.14E-02	-2.36E-04	1.68E-04	7.65E+00	3.12E+01	7.32E-03	1.14E-02
VICO MGBH VARG	-44.076587	-20.748695	4.27E-03	3.83E-03	-4.47E-03	1.76E-03	3.27E-03	2.00E-03	8.27E-03	3.27E-03	-7.27E-04	1.47E-03	-1.93E+01	5.02E+00	7.55E-03	3.59E-03
GUAT GALA SLOR	-89.420100	9.090543	-3.76E-03	2.39E-04	-1.03E-02	8.39E-04	1.13E-02	1.44E-03	1.65E-02	1.12E-03	-8.96E-03	7.21E-04	-2.10E+01	1.09E+00	7.58E-03	1.34E-03
VALL SAMA BQLA	-74.096235	10.906307	-3.10E-03	1.61E-02	2.10E-02	5.58E-03	1.08E-02	3.50E-03	2.59E-02	1.06E-02	-1.82E-02	7.06E-03	7.66E+01	2.56E+01	7.71E-03	1.28E-02
UBER MGIN VARG	-46.693290	-20.916927	-2.36E-03	2.51E-03	1.97E-03	1.76E-03	1.03E-02	3.38E-03	1.06E-02	3.53E-03	-2.66E-03	2.13E-03	1.29E+01	1.40E+01	7.95E-03	4.12E-03
RNNA PBCG RECF	-35.355454	-7.033593	-1.60E-03	1.65E-03	-2.92E-03	2.25E-03	9.74E-03	5.81E-03	1.04E-02	5.15E-03	-2.31E-03	1.75E-03	-1.23E+01	7.36E+00	8.13E-03	5.44E-03
PBCG ALAR RECF	-35.837358	-8.337955	-2.38E-04	2.02E-03	-3.16E-03	1.72E-03	8.76E-03	3.48E-03	9.76E-03	3.48E-03	-1.24E-03	1.41E-03	-1.37E+01	5.63E+00	8.52E-03	3.75E-03
CHIH AOML GOLD	-101.046063	29.940680	8.55E-03	1.73E-03	-1.91E-03	7.08E-04	1.79E-04	2.30E-04	8.97E-03	1.40E-03	-2.36E-04	5.62E-04	-9.96E+00	3.02E+00	8.73E-03	1.51E-03
GVAL MGBH VICO	-42.917502	-19.853002	6.90E-04	2.70E-03	-2.72E-03	1.80E-03	8.77E-03	2.63E-03	9.60E-03	2.84E-03	-1.42E-04	2.12E-03	-1.25E+01	6.57E+00	9.46E-03	3.54E-03
CRCS BANS ARCA	-69.303575	8.733152	-2.94E-03	5.50E-03	-1.43E-04	6.09E-03	1.25E-02	6.33E-03	1.25E-02	6.44E-03	-2.94E-03	5.40E-03	-6.48E-01	2.73E+01	9.54E-03	8.40E-03
PALM OHI2 AUTF	-63.418674	-60.978566	9.48E-04	6.93E-04	-2.66E-03	7.50E-04	9.74E-03	1.27E-03	1.05E-02	1.19E-03	2.07E-04	9.73E-04	-1.14E+01	2.64E+00	1.07E-02	1.54E-03
CART BQLA ANDS	-77.361409	11.332463	2.58E-02	7.96E-03	-1.21E-02	2.49E-03	-1.46E-02	1.76E-03	2.91E-02	7.56E-03	-1.80E-02	2.68E-03	-1.64E+01	2.46E+00	1.11E-02	8.02E-03
RJCG GOUG CEFE	-30.508776	-27.474831	2.52E-03	1.84E-03	4.66E-04	1.27E-03	8.90E-03	1.98E-03	8.93E-03	2.12E-03	2.49E-03	1.78E-03	3.15E+00	9.08E+00	1.14E-02	2.76E-03
TUCU ALUM JBAL	-65.816576	-27.250363	3.66E-03	8.13E-03	3.33E-03	5.78E-03	7.98E-03	3.95E-03	9.79E-03	3.63E-03	1.85E-03	1.04E-02	2.73E+01	7.20E+01	1.16E-02	1.10E-02
PRGU UFPR PRMA	-50.885652	-24.747351	1.01E-02	2.68E-03	2.61E-03	2.46E-03	2.27E-03	1.97E-03	1.09E-02	3.63E-03	1.48E-03	1.36E-03	1.75E+01	2.06E+01	1.23E-02	3.88E-03
NEIA UFPR IMBT	-48.603882	-26.234482	7.30E-04	9.39E-04	4.34E-03	2.37E-03	1.16E-02	3.86E-03	1.31E-02	3.05E-03	-7.91E-04	1.95E-03	2.63E+01	1.92E+01	1.23E-02	3.62E-03

PEPE CRAT PISR	-40.874829	-8.551043	-2.01E-03	3.13E-03	2.29E-03	1.97E-03	1.46E-02	1.36E-03	1.49E-02	1.17E-03	-2.32E-03	3.49E-03	1.03E+01	1.06E+01	1.26E-02	3.68E-03
SMRT KOUR BRFT	-51.446789	6.472334	1.24E-04	3.31E-03	9.62E-03	3.04E-03	1.28E-02	2.74E-03	1.80E-02	5.38E-03	-5.06E-03	6.78E-04	4.90E+01	1.94E+01	1.29E-02	5.42E-03
CRAT SALU PISR	-42.110281	-6.287390	-2.79E-03	7.63E-04	1.40E-03	6.52E-04	1.57E-02	9.88E-04	1.58E-02	1.00E-03	-2.90E-03	7.05E-04	5.54E+00	2.82E+00	1.29E-02	1.22E-03
TOL2 ICEP TAMP	-98.565032	20.201526	-1.71E-03	1.48E-03	-1.01E-02	1.99E-03	1.47E-02	2.66E-03	1.95E-02	2.94E-03	-6.50E-03	9.89E-04	-1.88E+01	2.35E+00	1.30E-02	3.10E-03
PRMA SVIC PRGU	-52.637841	-25.262466	9.71E-03	1.51E-03	2.29E-03	1.92E-03	3.70E-03	3.09E-03	1.05E-02	1.11E-03	2.93E-03	3.80E-03	1.56E+01	1.73E+01	1.34E-02	3.96E-03
COL2 ISPA GALA	-101.116638	-2.874412	1.51E-04	9.01E-05	-4.41E-03	1.09E-04	1.38E-02	3.58E-04	1.51E-02	3.40E-04	-1.15E-03	7.80E-05	-1.28E+01	2.40E-01	1.39E-02	3.49E-04
VALP ISPA ANTC	-84.167518	-32.496976	2.04E-02	8.73E-04	1.55E-02	6.27E-04	-5.89E-03	2.48E-04	2.75E-02	9.26E-04	-1.30E-02	3.08E-04	5.20E+01	2.67E+00	1.45E-02	9.76E-04
PUR3 GTKO RIOH	-70.360417	17.136327	-7.86E-03	4.70E-04	-7.06E-03	4.62E-04	2.26E-02	9.56E-04	2.42E-02	9.36E-04	-9.42E-03	3.61E-04	-1.27E+01	6.41E-01	1.48E-02	1.00E-03
SJRP UFPR NEIA	-48.838625	-23.751375	2.13E-03	9.01E-04	1.62E-03	2.03E-03	1.31E-02	3.39E-03	1.33E-02	3.26E-03	1.89E-03	6.15E-04	7.88E+00	1.11E+01	1.52E-02	3.31E-03
SRLP UNRO UCOR	-63.034112	-33.671938	6.29E-03	1.06E-03	-4.72E-03	8.90E-04	9.13E-03	1.43E-03	1.26E-02	1.18E-03	2.79E-03	8.99E-04	-1.52E+01	2.13E+00	1.54E-02	1.48E-03
MSDO ROSA MSCG	-54.102234	-21.727019	1.59E-03	1.86E-03	-8.99E-03	2.19E-03	1.39E-02	2.79E-03	1.86E-02	1.73E-03	-3.16E-03	3.03E-03	-1.80E+01	3.33E+00	1.55E-02	3.49E-03
IBAG DORA PERA	-75.189182	4.891461	2.88E-02	5.95E-03	-3.62E-03	3.72E-03	-1.23E-02	5.43E-03	2.92E-02	6.26E-03	-1.27E-02	5.19E-03	-6.30E+00	5.81E+00	1.65E-02	8.13E-03
NEVA POPA FLOR	-75.832913	2.333559	4.48E-02	2.95E-03	1.43E-02	2.29E-03	-2.76E-02	2.81E-03	4.75E-02	2.86E-03	-3.03E-02	2.85E-03	2.32E+01	5.09E+00	1.72E-02	4.03E-03
PDES OHI2 MPLA	-60.449051	-49.703426	1.42E-03	1.46E-04	-3.78E-03	3.22E-04	1.62E-02	1.45E-03	1.71E-02	1.43E-03	5.09E-04	1.83E-04	-1.03E+01	7.06E-01	1.76E-02	1.44E-03
CALL COPO IQQE	-72.539757	-19.906981	5.92E-03	4.80E-04	7.49E-03	1.08E-03	1.18E-02	2.62E-03	1.69E-02	2.81E-03	8.26E-04	2.45E-04	3.84E+01	7.22E+00	1.78E-02	2.82E-03
CEFE ASC1 BATF	-31.491624	-15.272293	1.21E-02	1.63E-03	-9.78E-03	1.45E-03	6.43E-03	1.05E-03	1.95E-02	2.53E-03	-9.15E-04	4.75E-04	-1.85E+01	1.72E+00	1.85E-02	2.58E-03
PISR BOMJ BAIR	-42.661005	-11.197299	5.39E-03	9.14E-04	-1.04E-02	1.55E-03	1.35E-02	5.33E-03	2.05E-02	4.51E-03	-1.70E-03	1.31E-03	-1.85E+01	1.87E+00	1.88E-02	4.69E-03
AZUE DAVI ESMR	-80.863565	5.771936	-5.23E-04	8.25E-04	8.28E-03	1.74E-03	1.97E-02	2.35E-03	2.27E-02	2.93E-03	-3.48E-03	4.75E-04	2.99E+01	8.25E+00	1.92E-02	2.97E-03
SAMA JAMA BQLA	-75.272536	13.394660	-1.94E-03	2.42E-03	3.56E-03	3.69E-03	2.12E-02	5.89E-03	2.18E-02	5.96E-03	-2.48E-03	1.34E-03	1.11E+01	1.34E+01	1.93E-02	6.11E-03
SVIC ROSA MSDO	-54.084507	-23.911291	5.96E-03	7.07E-04	-9.53E-03	1.55E-03	1.35E-02	2.38E-03	2.00E-02	2.18E-03	-5.10E-04	1.47E-03	-1.79E+01	2.03E+00	1.95E-02	2.63E-03
CHET ELEN TEG1	-88.457494	16.500469	-7.86E-03	1.18E-03	-1.21E-02	1.03E-03	2.78E-02	2.48E-03	3.15E-02	2.19E-03	-1.16E-02	1.38E-03	-1.55E+01	1.02E+00	1.99E-02	2.59E-03
PEPE PISR BAIR	-41.689134	-9.906919	8.80E-03	1.53E-03	-5.74E-03	1.37E-03	1.14E-02	1.76E-03	1.60E-02	1.67E-03	4.22E-03	1.66E-03	-1.48E+01	2.72E+00	2.02E-02	2.36E-03
BUEN IBAG PERA	-75.971551	4.367521	4.13E-02	1.06E-02	-4.07E-03	3.56E-03	-2.02E-02	3.48E-03	4.16E-02	1.07E-02	-2.05E-02	3.19E-03	-5.10E+00	4.05E+00	2.11E-02	1.12E-02
PARC PALM AUTF	-67.744857	-57.583857	2.71E-03	1.66E-03	7.53E-04	4.40E-03	2.43E-02	9.51E-03	2.43E-02	9.78E-03	2.68E-03	1.37E-03	1.83E+00	1.10E+01	2.70E-02	9.88E-03
ROSA PPTE MSCG	-52.967108	-21.694702	3.00E-02	4.37E-03	4.69E-03	2.32E-03	-2.79E-03	1.84E-03	3.06E-02	4.80E-03	-3.45E-03	1.62E-03	1.02E+01	5.90E+00	2.72E-02	5.07E-03
RECF ALAR SALV	-36.705765	-10.269619	8.93E-03	2.11E-02	-1.29E-02	2.87E-02	1.85E-02	3.85E-02	2.75E-02	5.95E-02	-5.19E-05	6.11E-04	-1.77E+01	2.51E+01	2.74E-02	5.95E-02
TUCU UNSA ALUM	-65.744874	-26.298046	1.93E-02	1.55E-03	-3.59E-03	3.24E-03	1.11E-02	5.32E-03	2.07E-02	3.38E-03	9.75E-03	3.63E-03	-8.41E+00	6.51E+00	3.04E-02	4.96E-03

LPAZ HER2 CIC1	-112.650774	28.367341	-6.21E-02	1.08E-03	-3.80E-03	1.57E-03	9.96E-02	2.12E-03	9.97E-02	2.05E-03	-6.22E-02	1.14E-03	-2.10E+00	8.35E-01	3.76E-02	2.35E-03
MEXI GOLD CIC1	-116.343571	33.309609	-6.03E-02	1.18E-03	2.94E-02	1.91E-03	1.03E-01	4.65E-03	1.08E-01	4.37E-03	-6.54E-02	8.71E-04	2.05E+01	1.69E+00	4.27E-02	4.46E-03
CULC HER2 LPAZ	-109.566386	26.008810	-6.04E-02	9.06E-04	-1.10E-03	1.01E-03	1.07E-01	1.31E-03	1.07E-01	1.31E-03	-6.04E-02	9.14E-04	-5.82E-01	5.29E-01	4.66E-02	1.59E-03
CULC LPAZ COL2	-107.144609	22.726109	-6.20E-02	1.93E-03	-1.21E-02	1.22E-03	1.11E-01	1.09E-03	1.12E-01	1.02E-03	-6.28E-02	2.06E-03	-5.61E+00	5.13E-01	4.87E-02	2.30E-03
LPAZ ISPA COL2	-107.788547	5.419419	3.99E-03	6.91E-05	-2.31E-02	3.95E-04	4.93E-02	9.50E-04	5.90E-02	6.81E-04	-5.75E-03	3.55E-04	-1.57E+01	1.95E-01	5.33E-02	7.68E-04
AOML NASO GOLD	-91.504568	28.737462	4.58E-02	7.32E-02	1.91E-02	2.22E-02	9.71E-03	6.69E-03	5.40E-02	7.87E-02	1.47E-03	8.70E-04	2.87E+01	4.33E+01	5.55E-02	7.87E-02
HER2 CHIH MEXI	-110.843219	30.129244	6.59E-02	5.09E-03	-1.25E-02	2.50E-03	-2.05E-03	1.19E-03	6.81E-02	4.16E-03	-4.28E-03	2.07E-03	-8.82E+00	1.49E+00	6.38E-02	4.65E-03
FQNE BOGA VIVI	-73.799584	4.726895	5.46E-03	2.64E-03	-9.18E-02	4.20E-03	6.43E-02	1.35E-02	1.31E-01	7.52E-03	-6.15E-02	7.01E-03	-2.24E+01	8.34E-01	6.98E-02	1.03E-02
DAVI ESTI SLOR	-85.410811	11.649642	6.02E-02	1.41E-02	3.67E-02	1.13E-02	1.50E-02	8.70E-03	8.07E-02	2.21E-02	-5.45E-03	1.87E-03	3.98E+01	1.59E+01	7.52E-02	2.21E-02
GTKO SMRT NASO	-70.571906	21.509198	2.97E-02	4.17E-02	5.18E-02	2.21E-02	5.35E-02	1.17E-02	9.47E-02	4.48E-02	-1.15E-02	8.55E-03	5.03E+01	2.71E+01	8.32E-02	4.56E-02
HER2 MEXI CIC1	-114.369560	31.198739	1.24E-03	3.86E-03	1.05E-02	1.63E-03	9.37E-02	1.99E-03	9.49E-02	2.17E-03	5.28E-05	3.62E-03	7.13E+00	1.26E+00	9.50E-02	4.22E-03
VIVI BOGA IBAG	-74.292889	4.380462	2.21E-01	1.33E-02	-1.76E-02	5.36E-03	-4.21E-02	2.13E-03	2.22E-01	1.28E-02	-4.32E-02	2.40E-03	-4.19E+00	1.18E+00	1.79E-01	1.30E-02
VESL ASC1 GOUG	-9.044857	-39.991281	1.12E-02	1.45E-03	5.84E-02	1.21E-02	2.04E-01	1.00E-01	2.21E-01	9.91E-02	-5.14E-03	2.34E-03	1.98E+01	5.15E+00	2.15E-01	9.91E-02

Dados: Capítulo 3 – Soluções do processamento de dados GPS

Solução multianual – Coordenadas, Velocidades e Matriz Variância-Covariância

Estação: ALAR

Ponto	X	Y	Z	V _X	V _Y	V _Z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
ALAR	5043729.6945	-3753105.5952	-1072966.9147	-0.0003	-0.0041	0.0115	2008	4	3	2012	9	24

	σX	σY	σZ	σV_X	σV_Y	σV_Z
σX	1.1849E-06	-1.0570E+02	-6.9142E+01	1.0115E-01	-8.8460E-02	-5.7406E-02
σY	-1.0570E+02	6.8277E-07	6.5527E+01	-8.8339E-02	1.0107E-01	5.4452E-02
σZ	-6.9142E+01	6.5527E+01	1.2571E-07	-5.7828E-02	5.4928E-02	1.0058E-01
σV_X	1.0115E-01	-8.8339E-02	-5.7828E-02	2.1123E-07	-1.0598E-04	-6.9080E-05
σV_Y	-8.8460E-02	1.0107E-01	5.4928E-02	-1.0598E-04	1.2139E-07	6.5934E-05
σV_Z	-5.7406E-02	5.4452E-02	1.0058E-01	-6.9080E-05	6.5934E-05	2.2738E-08

Estação: BRFT

Ponto	X	Y	Z	V _X	V _Y	V _Z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
BRFT	4985393.5027	-3954993.4482	-428426.6274	-0.0025	-0.0031	0.0113	2006	1	1	2012	9	24

	σX	σY	σZ	σV_X	σV_Y	σV_Z
σX	9.0846E-07	-8.7492E+01	-2.6286E+01	8.5740E-02	-7.5156E-02	-2.2642E-02
σY	-8.7492E+01	5.4583E-07	2.5066E+01	-7.6176E-02	8.4889E-02	2.1688E-02
σZ	-2.6286E+01	2.5066E+01	6.6174E-08	-2.2964E-02	2.1696E-02	8.4638E-02
σV_X	8.5740E-02	-7.6176E-02	-2.2964E-02	6.1812E-08	-8.7344E-05	-2.7029E-05
σV_Y	-7.5156E-02	8.4889E-02	2.1696E-02	-8.7344E-05	3.8142E-08	2.6219E-05
σV_Z	-2.2642E-02	2.1688E-02	8.4638E-02	-2.7029E-05	2.6219E-05	4.6326E-09

Estação: CGPT

Ponto	X	Y	Z	V _X	V _Y	V _Z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
CGPT	5047769.3509	-3845573.1290	-640971.5694	0.0022	-0.0066	0.0123	2008	4	30	2010	11	25

	σX	σY	σZ	σV_X	σV_Y	σV_Z
σX	1.8611E-05	-5.9664E+01	-2.7526E+01	6.5726E-02	-5.8742E-02	-2.6938E-02
σY	-5.9664E+01	1.1640E-05	2.6946E+01	-5.8488E-02	6.5768E-02	2.6340E-02
σZ	-2.7526E+01	2.6946E+01	1.6143E-06	-2.6923E-02	2.6442E-02	6.5721E-02
σV_X	6.5726E-02	-5.8488E-02	-2.6923E-02	1.5894E-06	-5.9628E-05	-2.7285E-05
σV_Y	-5.8742E-02	6.5768E-02	2.6442E-02	-5.9628E-05	9.8534E-07	2.6756E-05
σV_Z	-2.6938E-02	2.6340E-02	6.5721E-02	-2.7285E-05	2.6756E-05	1.3770E-07

Estação: CHPT

Ponto	X	Y	Z	V _x	V _y	V _z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
CHPT	4990684.5849	-3941344.6273	-488091.5918	-0.0042	-0.0041	0.0098	2008	1	27	2010	1	27

	σX	σY	σZ	σV_x	σV_y	σV_z
σX	3.4307E-05	-4.5732E+01	-1.7202E+01	5.1233E-02	-4.5257E-02	-1.6973E-02
σY	-4.5732E+01	2.1590E-05	1.8007E+01	-4.5252E-02	5.1230E-02	1.7749E-02
σZ	-1.7202E+01	1.8007E+01	2.8817E-06	-1.6917E-02	1.7692E-02	5.1237E-02
σV_x	5.1233E-02	-4.5252E-02	-1.6917E-02	3.0025E-06	-4.5823E-05	-1.7070E-05
σV_y	-4.5257E-02	5.1230E-02	1.7692E-02	-4.5823E-05	1.8893E-06	1.7827E-05
σV_z	-1.6973E-02	1.7749E-02	5.1237E-02	-1.7070E-05	1.7827E-05	2.5055E-07

Estação: CRAT

Ponto	X	Y	Z	V _x	V _y	V _z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
CRAT	4888826.0146	-4017957.4705	-798308.8680	-0.0009	-0.0015	0.0118	2004	1	1	2012	9	24

	σX	σY	σZ	σV_x	σV_y	σV_z
σX	9.4222E-07	-8.4005E+01	-4.3662E+01	8.1922E-02	-7.1038E-02	-3.6718E-02
σY	-8.4005E+01	5.9631E-07	4.0480E+01	-7.2466E-02	8.1904E-02	3.4575E-02
σZ	-4.3662E+01	4.0480E+01	7.4479E-08	-3.8180E-02	3.5218E-02	8.1147E-02
σV_x	8.1922E-02	-7.2466E-02	-3.8180E-02	4.1233E-08	-8.4194E-05	-4.4564E-05
σV_y	-7.1038E-02	8.1904E-02	3.5218E-02	-8.4194E-05	2.7115E-08	4.2072E-05
σV_z	-3.6718E-02	3.4575E-02	8.1147E-02	-4.4564E-05	4.2072E-05	3.5294E-09

Estação: JCPU

Ponto	X	Y	Z	V _x	V _y	V _z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
JCPU	5152474.4025	-3708282.7014	-616477.2757	0.0132	-0.0088	0.0136	2009	5	19	2010	11	26

	σX	σY	σZ	σV_x	σV_y	σV_z
σX	3.2755E-05	-8.6072E+01	-3.5804E+01	9.6228E-02	-8.4999E-02	-3.5373E-02
σY	-8.6072E+01	1.9689E-05	3.3213E+01	-8.4610E-02	9.6251E-02	3.2768E-02
σZ	-3.5804E+01	3.3213E+01	2.7369E-06	-3.5387E-02	3.2929E-02	9.6218E-02
σV_x	9.6228E-02	-8.4610E-02	-3.5387E-02	5.5153E-06	-8.5930E-05	-3.5969E-05
σV_y	-8.4999E-02	9.6251E-02	3.2929E-02	-8.5930E-05	3.2852E-06	3.3424E-05
σV_z	-3.5373E-02	3.2768E-02	9.6218E-02	-3.5969E-05	3.3424E-05	4.6118E-07

Estação: PBCG

Ponto	X	Y	Z	V _x	V _y	V _z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
PBCG	5125899.3853	-3711505.6674	-795650.4674	-0.0024	-0.0038	0.0117	2008	4	3	2012	9	24

	σX	σY	σZ	σV_x	σV_y	σV_z
σX	1.0514E-06	-9.5138E+01	-5.3901E+01	8.9436E-02	-7.8540E-02	-4.4352E-02
σY	-9.5138E+01	5.6438E-07	4.9381E+01	-7.8198E-02	8.9583E-02	4.0743E-02
σZ	-5.3901E+01	4.9381E+01	9.8711E-08	-4.4405E-02	4.0974E-02	8.9184E-02
σV_x	8.9436E-02	-7.8198E-02	-4.4405E-02	1.9649E-07	-9.5362E-05	-5.4736E-05
σV_y	-7.8540E-02	8.9583E-02	4.0974E-02	-9.5362E-05	1.0455E-07	5.0951E-05
σV_z	-4.4352E-02	4.0743E-02	8.9184E-02	-5.4736E-05	5.0951E-05	1.8497E-08

Estação: PEPE

Ponto	X	Y	Z	V _x	V _y	V _z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
PEPE	4785329.9123	-4087942.5181	-1033193.8601	-0.0003	-0.0045	0.0119	2008	1	1	2012	9	24

	σX	σY	σZ	σV_x	σV_y	σV_z
σX	1.0422E-06	-1.0198E+02	-6.0597E+01	9.5907E-02	-8.5842E-02	-5.0901E-02
σY	-1.0198E+02	7.6157E-07	5.8282E+01	-8.4428E-02	9.5535E-02	4.8870E-02
σZ	-6.0597E+01	5.8282E+01	1.0777E-07	-5.1376E-02	5.0143E-02	9.6151E-02
σV_x	9.5907E-02	-8.4428E-02	-5.1376E-02	1.5921E-07	-1.0210E-04	-6.1412E-05
σV_y	-8.5842E-02	9.5535E-02	5.0143E-02	-1.0210E-04	1.1268E-07	6.0053E-05
σV_z	-5.0901E-02	4.8870E-02	9.6151E-02	-6.1412E-05	6.0053E-05	1.6752E-08

Estação: PISR

Ponto	X	Y	Z	V _x	V _y	V _z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
PISR	4629725.2727	-4272600.3618	-994572.4812	0.0039	-0.0115	0.0100	2009	4	10	2012	9	24

	σX	σY	σZ	σV_x	σV_y	σV_z
σX	1.3066E-06	-1.2093E+02	-7.6880E+01	1.1392E-01	-9.9818E-02	-6.4301E-02
σY	-1.2093E+02	1.0956E-06	7.3682E+01	-1.0040E-01	1.1337E-01	6.1876E-02
σZ	-7.6880E+01	7.3682E+01	1.7110E-07	-6.3629E-02	6.0879E-02	1.1468E-01
σV_x	1.1392E-01	-1.0040E-01	-6.3629E-02	4.4544E-07	-1.2121E-04	-7.6366E-05
σV_y	-9.9818E-02	1.1337E-01	6.0879E-02	-1.2121E-04	3.7800E-07	7.4009E-05
σV_z	-6.4301E-02	6.1876E-02	1.1468E-01	-7.6366E-05	7.4009E-05	5.7083E-08

Estação: RECF

Ponto	X	Y	Z	V _x	V _y	V _z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
RECF	5176588.5910	-3618162.1807	-887363.7662	-0.0061	-0.0008	0.0129	2004	1	1	2012	9	24

	σX	σY	σZ	σV_x	σV_y	σV_z
σX	8.6176E-07	-8.6427E+01	-5.0861E+01	8.6096E-02	-7.5224E-02	-4.4403E-02
σY	-8.6427E+01	4.7122E-07	4.8460E+01	-7.5274E-02	8.6142E-02	4.2224E-02
σZ	-5.0861E+01	4.8460E+01	8.3250E-08	-4.4478E-02	4.2264E-02	8.6071E-02
σV_x	8.6096E-02	-7.5274E-02	-4.4478E-02	4.0135E-08	-8.6416E-05	-5.1460E-05
σV_y	-7.5224E-02	8.6142E-02	4.2264E-02	-8.6416E-05	2.1978E-08	4.8866E-05
σV_z	-4.4403E-02	4.2224E-02	8.6071E-02	-5.1460E-05	4.8866E-05	3.8902E-09

Estação: RNNA

Ponto	X	Y	Z	V _x	V _y	V _z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
RNNA	5184572.4895	-3658358.2847	-644238.5002	-0.0007	-0.0039	0.0116	2009	1	1	2012	9	24

	σX	σY	σZ	σV_x	σV_y	σV_z
σX	1.3448E-06	-1.0609E+02	-4.8559E+01	1.0158E-01	-8.8953E-02	-4.0477E-02
σY	-1.0609E+02	7.3894E-07	4.6135E+01	-8.8888E-02	1.0155E-01	3.8546E-02
σZ	-4.8559E+01	4.6135E+01	1.1234E-07	-4.0828E-02	3.8908E-02	1.0086E-01
σV_x	1.0158E-01	-8.8888E-02	-4.0828E-02	3.4228E-07	-1.0590E-04	-4.8737E-05
σV_y	-8.8953E-02	1.0155E-01	3.8908E-02	-1.0590E-04	1.8779E-07	4.6699E-05
σV_z	-4.0477E-02	3.8546E-02	1.0086E-01	-4.8737E-05	4.6699E-05	2.9097E-08

Estação: TGPT

Ponto	X	Y	Z	V _x	V _y	V _z	Ano	Mês	Dia	Ano	Mês	Dia
TGPT	4996781.9521	-3909602.3737	-653417.9843	0.0003	-0.0062	0.0127	2008	4	30	2010	11	26

	σX	σY	σZ	σV_x	σV_y	σV_z
σX	7.9282E-06	-9.8478E+01	-4.6596E+01	1.0757E-01	-9.5801E-02	-4.5016E-02
σY	-9.8478E+01	5.2261E-06	4.6061E+01	-9.4799E-02	1.0765E-01	4.4312E-02
σZ	-4.6596E+01	4.6061E+01	7.4625E-07	-4.4743E-02	4.4514E-02	1.0760E-01
σV_x	1.0757E-01	-9.4799E-02	-4.4743E-02	8.9409E-07	-9.8574E-05	-4.6231E-05
σV_y	-9.5801E-02	1.0765E-01	4.4514E-02	-9.8574E-05	5.7706E-07	4.5775E-05
σV_z	-4.5016E-02	4.4312E-02	1.0760E-01	-4.6231E-05	4.5775E-05	8.3139E-08

ANEXO II – TRABALHOS REALIZADOS NO ÂMBITO DESTE ESTUDO

Strains arising by seismic events in the SIRGAS-CON network region

Research Article

G. S. Marotta^{1*}, G. S. França¹, J. F. G. Monaco², R. A. Fuck³

1 *Seismological Observatory - Geosciences Institute, University of Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP:70910-900, Brasília/DF, Brazil*

2 *Department of Cartography - Faculty of Science and Technology, Paulista State University Júlio de Mesquita Filho, Rua Roberto Simonsen 305, Centro Educacional, Presidente Prudente/SP, Brazil*

3 *Geochronology Laboratory - Geosciences Institute, University of Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP:70910-900, Brasília/DF, Brazil*

Abstract:

In this study, we investigate surface strains related to seismic events and their relationship with pre- and post-seismic events in Latin America, by analyzing the variation of estimated earth coordinates supplied by a geodetic network called SIRGAS-CON. Based on data provided by the USGS for the period 2000-2011, and after the Global Congruency test, we selected four events associated with unstable geodetic network points. The resulting strains were estimated based on the finite element method using networks of points considered unstable connected to neighboring points using the Delaunay triangulation. It was possible to determine the strains along with the resulting guidelines for pre- and post-seismic, considering each triangular lattice formed for analysis as a homogeneous solid body. The calculation of strains and verification of the results allowed to analyze the interactions between lithospheric plates from the contraction and extension directions between points located in different plates. Despite the association between seismic events and the strain of geodetic network, some events of magnitude greater than 5.8 M_w , were excluded because it does not show (provide) the surface strain, which is located at great depths. It was confirmed that events of greater magnitude provide increased surface strain rate when compared with other similar depths.

Keywords:

geodetic network • lithospheric plates • lithospheric plates • post-seismic • pre-seismic • surface strains.

© Versita sp. z o.o.

Received 23-09-2012; accepted 31-01-2013

1. Introduction

Strain analysis, according to material mechanics concepts, has been widely used in geodesy and geophysics in order to understand the geodynamic behavior and to investigate the impacts of natural and artificial events on the earth surface.

Several studies have been conducted to analyze displacement and strains resulting from energy accumulation or release caused by natural forces that act on the crust and results in seismic events of different magnitudes and intensities in locations where there are

faults, fractures or lithospheric plate boundaries.

One of the first tasks of the GPS (Global Positioning System) for geophysical studies, was to determine displacement between pre- and post-seismic events according to Hudnut et al. (1994), in the 7.2 moment magnitude (M_w) - earthquake of June 28, 1992 that happened in Landers, California. Hudnut et al. (1994) determined the displacements caused by this earthquake and used the data to model the elastic representation of the rupture planes of primary faults.

There are numerous studies involving seismicity analysis, the resulting strain on the surface and analyzing the temporal variation of geodetic control point coordinates as well. Among them, Yu et al. (2001), Fernandes et al. (2002), Ishii et al. (2005) and Hsu et al. (2009) studied co-, pre- and post-seismic movements of earth-

*E-mail: marotta@unb.br

1
2
3
4
5
6
7
8
9 Strain Rate of South American Lithospheric Plate by
10 SIRGAS-CON Geodetic Observations.
11
12

13
14 Giuliano Sant'Anna Marotta^{a,*}, George Sand França^a, João Francisco
15 Galera Monico^b, Reinhardt Adolfo Fuck^c
16

17 ^a*Observatório Sismológico - Instituto de Geociências - Universidade de Brasília -*
18 *Brasília - DF, 70910-900, Brazil, +55 61 31071298*

19 ^b*Departamento de Cartografia - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade*
20 *Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Presidente Prudente - SP, 19060-900,*
21 *Brazil, +55 18 32295511*

22 ^c*Laboratório de Geocronologia - Instituto de Geociências - Universidade de Brasília -*
23 *Brasília - DF, 70910-900, Brazil, +55 61 33071018*
24
25

26
27
28 **Abstract**
29
30

31 In this study we investigate surface strain rates computed from the di-
32 rection variations and velocities values estimated from the coordinates of the
33 continuous monitoring geodetic network called SIRGAS-CON. That inves-
34 tigation was done using points located in the South American Lithospheric
35 Plate. The determination of the strain rate was based on the Finite Element
36 method using points defined by Delaunay's method (sub-networks). Each
37 one of sub-networks was considered as an homogeneous solid body. Using
38 these methods, we can separate the strain from the movement of the plate.
39 The results showed that there are differences of strain rate along the South
40 American plate. From the results we can suggest that near to the west board
41 of the plate, the strain is more significant, as expected, because this region
42 is near to one area where NAZCA Plate subduct South American Plate. We
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54

55 *Corresponding author

56 *Email address:* marotta@unb.br (Giuliano Sant'Anna Marotta)
57
58

59 *Preprint submitted to Journal of South American Earth Sciences* *November 26, 2012*
60
61
62
63
64
65

1 Strain Rates Estimated by Geodetic Observations in the
2 Borborema Province, Brazil.

3 Giuliano Sant'Anna Marotta^{*,a}, George Sand França^a, João Francisco
4 Galera Monico^b, Francisco Hilrio R. Bezerra^c, Reinhardt Adolfo Fuck^d

5 ^a*Observatório Sismológico - Instituto de Geociências - Universidade de Brasília -*
6 *Brasília - DF, Brazil*

7 ^b*Departamento de Cartografia - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade*
8 *Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Presidente Prudente - SP, Brazil*

9 ^c*Departamento de Geologia - Centro de Ciências Exatas e da Terra - Universidade*
10 *Federal do Rio Grande do Norte - Natal - RN, Brazil*

11 ^d*Laboratório de Geocronologia - Instituto de Geociências - Universidade de Brasília -*
12 *Brasília - DF, Brazil*

13 **Abstract**

14 The strain rates for the Borborema Province, located in northeastern
15 Brazil, were estimated in this study. For this purpose, we used GNSS track-
16 ing stations with a minimum of two years data. The data were processed
17 using the software GIPSY, version 6.2, provided by the JPL of the Cali-
18 fornia Institute of Technology. The PPP method was used to process the
19 data using the non-fiducial approach. Satellite orbits and clock were sup-
20 plied by the JPL. Absolute calibrations of the satellite and receiver anten-
21 nas were applied, together with ambiguity resolution; corrections of the first
22 and second order effects of the ionosphere and troposphere models adopt-
23 ing the VMF1 mapping function; 10° elevation mask; FES2004 oceanic load
24 model and terrestrial tide WahrK1 PolTid FreqDepLove OctTid. From an
25 multi annual solution, involving at least 2 years of data, the coordinates
26 and velocities as well as their accuracies were estimated. The strain rates

*Corresponding author: marotta@unb.br
Preprint submitted to Journal of Geodynamics