

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**PADRÕES NUTRICIONAIS DE ESPÉCIES LENHOSAS DO
CERRADO**

Janaina Fernandes de Araújo

Brasília, 2006

**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ecologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia**

**PADRÕES NUTRICIONAIS DE ESPÉCIES LENHOSAS DO
CERRADO**

Janaina Fernandes de Araújo

Dissertação apresentada como requerimento parcial para a obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-graduação em Ecologia, do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, sob a orientação do professor Mundayatan Haridasan

**Brasília
Dezembro, 2006**

Padrões Nutricionais de Espécies Lenhosas do Cerrado

Janaina Fernandes de Araújo

Trabalho realizado junto ao Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob a orientação do Professor Mundayatan Haridasan, com apoio financeiro da CAPES. Esse trabalho também recebeu suporte financeiro da National Science Foundation como parte do projeto “Biocomplexity of Hydrologically Controlled Vegetation Dynamics: Quantitative-Comparative analysis of Everglades and Cerrado Ecosystems under Soil Moisture and Nutrient Spatial-Temporal Dynamics”.

Comissão examinadora:

Prof. Mundayatan Haridasan
Orientador

Prof. Augusto César Franco
Membro

Prof^a. Linda Styer Caldas
Membro

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, professor Haridasan, pela valiosa orientação, por todos os ensinamentos, pela paciência e por todos os cuidados e atenção durante todo o meu curso e etapas da dissertação;

Aos meus queridos e amados pais, vó Guiomar, Helena e Felipe por serem as pessoas mais importantes da minha vida e sempre me apoiarem em tudo que fosse necessário. Em especial à minha mãe por ser meu maior exemplo de vida pessoal e acadêmica.

Aos membros da banca examinadora, professor Augusto C. Franco e professora Linda S. Caldas pelas sugestões e leitura prévia da dissertação;

Novamente à professora Linda S. Caldas por ter me apresentado o Departamento de Ecologia da UnB antes da seleção do mestrado, e pela valiosa ajuda na fenologia das espécies estudadas;

Ao professor Lúcio José Vivaldi pela ajuda na análise estatística dos dados;

Aos técnicos e auxiliares do Laboratório de Ecologia, em especial à Mara Rúbia Chaves pela imprescindível ajuda nas análises de laboratório, ao Anastácio por todas as idas ao campo e esforço nas coletas de solo, ao Rocha por ir comigo ao campo na primeira coleta de folhas, me ajudando a diferenciar as folhas maduras e jovens, à Glaucinha por cuidar de mim no laboratório e à todos eles por todo o carinho e atenção que sempre me deram, sempre dispostos a ajudar;

À professora Heloísa, professora Naomi e ao Saulo por sempre responderem minhas dúvidas e sempre ajudarem quando necessário;

À minha família de Brasília, em especial à vó Carlota e tia Clarice, por tudo, é até difícil expressar em palavras meus agradecimentos a essas pessoas queridas. À Eliene pelos almoços. À minha Dindinha pela preocupação comigo;

Ao meu “irmãozinho” Tamiel por todos os momentos, por toda a ajuda e conselhos. Aos colegas de curso Cíntia, Patrícia, Fabrício, Adnilton e Sheyla que se tornaram especiais desde o início;

Ao Schun e em especial às minhas amigas, que mesmo distantes, se fizeram presentes: Mayara, Clarice, Grazi, Brunna, Natália Real, Lívia Raggi, Izabela e Balinha;

E finalmente, a todos que direta ou indiretamente ajudaram na concretização deste trabalho.

ÍNDICE

Lista de Figuras	ii
Lista de Tabelas	iv
Lista de Anexos	v
Resumo	vi
Abstract	viii
Introdução	1
Material e Métodos	8
Área de estudo	8
Espécies estudadas	11
Coleta e análise de folhas	12
Área foliar específica	13
Coleta e análises de amostras de solo	14
Análises estatísticas	14
Resultados	16
Solos	16
Análises foliares	17
Variação na concentração foliar de nutrientes entre as espécies	17
Relação entre estado nutricional e grupos fenológicos	22
Variação sazonal de nutrientes	25
Área foliar específica	29
Discussão	35
Solos	35
Análises foliares	37
Conclusões	46
Referências bibliográficas	48
Anexos	54

Lista de Figuras

Figura 1.	Precipitação mensal (mm) registrada na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, de janeiro de 2005 a setembro.	8
Figura 2.	Mapa de vegetação da Reserva Ecológica do IBGE (fonte:www.recor.org.br)	9
Figura 3.	Mapa de solos da Reserva Ecológica do IBGE (fonte: www.recor.org.br).	10
Figura 4.	Imagens digitalizadas das folhas de <i>Vochysia elliptica</i> (A) e <i>Dalbergia miscolobium</i> (B).	13
Figura 5.	pH em água, pH KCl, teor de carbono orgânico e de nitrogênio total em Latossolo Vermelho do cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília.	18
Figura 6.	Disponibilidade de Ca, Mg, K e Al trocáveis em Latossolo Vermelho do cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília.	19
Figura 7.	Disponibilidade de Fe, Mn, Zn e Cu em Latossolo Vermelho do cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília.	20
Figura 8.	Variação média na concentração foliar de N, P, K, Ca e Mg em espécies lenhosas de um cerrado <i>sensu stricto</i> , Reserva Ecológica do IBGE, Brasília.	23
Figura 9.	Variação média na concentração foliar de Fe, Mn, Zn e Cu em espécies lenhosas de um cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília.	24
Figura 10.	Variação sazonal na concentração foliar de macronutrientes entre grupos fenológicos de espécies lenhosas de um cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília.	26
Figura 11.	Variação sazonal na concentração foliar de micronutrientes entre grupos fenológicos de espécies lenhosas de um cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília.	27
Figura 12.	Variação sazonal na concentração foliar de N, P e K em espécies lenhosas do cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva ecológica do IBGE, Brasília.	30
Figura 13.	Variação sazonal na concentração foliar de Ca, Mg e Fe em espécies lenhosas do cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva ecológica do IBGE, Brasília.	31
Figura 14.	Variação sazonal na concentração foliar de Mn, Zn e Cu em espécies lenhosas do cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva ecológica do IBGE, Brasília.	32
Figura 15.	Área foliar específica de espécies lenhosas de um cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. (A) = média entre as duas datas de coleta; (B) = diferenças entre as datas de coleta.	33

- Figura 16.** Área foliar específica de grupos fenológicos de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. (A) = média entre as duas datas de coleta; (B) = diferenças entre as datas de coleta. 34
- Figura 17.** Correlação entre as concentrações foliares de N e P de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, com (A) e sem *G. noxia* (B). 39
- Figura 18.** Correlação entre as concentrações foliares de Ca e Mg de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, com (A) e sem *G. noxia* (B). 40
- Figura 19.** Correlação entre área foliar específica e a concentração foliar de N de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, com (A) e sem *G. noxia* (B). 44
- Figura 20.** Correlação entre área foliar específica e a concentração foliar de P de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, com (A) e sem *G. noxia* (B). 45

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Espécies lenhosas estudadas.	11
Tabela 2.	Análise de variância utilizada para testar diferenças entre as profundidades do solo e entre as épocas de coleta.	15
Tabela 3.	Análise de variância utilizada para testar diferenças nas concentrações foliares de nutrientes entre os grupos fenológicos e entre datas de coletas.	15
Tabela 4.	Análise de variância utilizada para testar diferenças nas concentrações foliares de nutrientes entre as espécies.	15
Tabela 5.	Análise de variância utilizada para testar diferenças na área foliar específica entre grupos fenológicos.	15

Lista de Anexos

Tabela I.	Propriedades químicas do solo de um cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva do Roncador, Brasília (DF). Entre parênteses o desvio padrão. Letras minúsculas representam diferenças significativas entre profundidades, letras maiúsculas representam diferenças significativas entre a estação seca e chuvosa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$) ($n = 15$).	55
Tabela II.	Variação sazonal na concentração foliar de macronutrientes em espécies lenhosas de um cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. Entre parênteses o desvio padrão ($n=3$).	57
Tabela III.	Variação sazonal na concentração foliar de micronutrientes e Al em espécies lenhosas de um cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. Entre parênteses o desvio padrão, ($n=3$).	59
Tabela IV.	Variação sazonal na concentração foliar de nutrientes entre grupos fenológicos de espécies lenhosas do cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. Entre parênteses o desvio padrão. As letras representam diferenças significativas entre os grupos pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).	61
Tabela V.	Análise de variância para diferenças entre espécies e datas na concentração foliar de nutrientes.	62
Tabela VI.	Análise de variância de macronutrientes para diferenças entre grupos fenológicos.	63
Tabela VII.	Resultados de análises de variância de micronutrientes para diferenças entre grupos fenológicos.	64
Tabela VIII.	Área foliar específica (AFE) de espécies lenhosas de um cerrado <i>sensu stricto</i> , Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. As letras minúsculas representam diferenças significativas, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).	65
Tabela IX.	Área foliar específica (AFE) de grupos fenológicos de espécies lenhosas de um cerrado <i>sensu stricto</i> na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. As letras minúsculas representam diferenças significativas, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).	65
Tabela X.	Resultados de análises de variância para diferenças entre área foliar específica.	65
Tabela XI.	Resultados de análise de variância para diferenças entre as profundidades do solo e entre as épocas de coleta.	66

Resumo

A concentração foliar de nutrientes é um importante indicador do estado de nutrição mineral de espécies lenhosas. O Bioma Cerrado apresenta grande diversidade e heterogeneidade de espécies mesmo em fisionomias homogêneas como o cerrado *sensu stricto*. Esta diversidade se reflete em espécies nativas, que crescem sobre condições edáficas uniformes, pertencerem a diferentes grupos funcionais, especialmente em termos de padrões fenológicos. Espécies lenhosas do cerrado podem ser classificadas em três grupos fenológicos, sempre-verdes, decíduas e brevidecíduas, de acordo com o intervalo de tempo em que as árvores permanecem sem folhas. A perda anual de folhas pode afetar o estado nutricional e conseqüentemente as funções das folhas tais como fotossíntese e uso de água e processos como ciclagem de nutrientes. Estudos anteriores sobre nutrição mineral de espécies nativas do bioma cerrado foram geralmente focados em comparações entre fisionomias, na influência dos fatores edáficos e em aspectos específicos tais como acumulação de alumínio. O principal objetivo do presente estudo foi comparar as variações na concentração foliar de nutrientes de 15 espécies lenhosas do cerrado *sensu stricto* pertencentes aos três grupos fenológicos, em latossolo distrófico, para determinar a influencia da deciduidade na nutrição mineral. As principais hipóteses foram que espécies sempre-verdes apresentariam menores concentrações foliares de nutrientes, menor área foliar específica e menor variação sazonal que espécies decíduas porque suas folhas persistem por mais de um ciclo anual de estações seca e chuvosa. . O estudo foi realizado em um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE no Distrito Federal. Folhas completamente expandidas foram coletadas de três indivíduos de cada espécie, em intervalos de dois meses durante um ano, iniciando-se em agosto de 2005, para a análise de nutrientes, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu. A área foliar específica foi determinada em duas coletas no fim da estação chuvosa e inicio da estação seca de 2006. Amostras de solo de diferentes profundidades acima de 30 cm foram coletadas em dezembro de 2005 e junho de 2006 e analisadas para determinação da disponibilidade de nutrientes. As análises químicas do solo mostraram forte acidez e baixa disponibilidade dos nutrientes essenciais. As concentrações foliares médias dos macronutrientes, N, P, K, Ca e Mg foram menores nas espécies sempre-verdes. Espécies decíduas mostraram as maiores concentrações de N, P e K no inicio da estação chuvosa, época em que as folhas encontram-se recentemente maduras e suas concentrações decresceram até o fim da estação chuvosa e

começo da próxima estação seca. Concentrações de Ca foram maiores no final da estação seca, época de abscisão foliar. Espécies brevidecíduas tiveram menores concentrações de N e P do que as decíduas, que permanecem sem folhas por um período maior, e maiores concentrações desses nutrientes que as sempre-verdes. As brevidecíduas não tiveram maiores concentrações de K que as sempre-verdes porém apresentaram as maiores concentrações foliares de Ca. Espécies brevidecíduas tiveram menores concentrações de N e P que espécies decíduas e maiores concentrações de N, P e Ca que as sempre-verdes. A área foliar específica média das espécies sempre-verdes ($54,0 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$) foi menor do que a das decíduas ($67,0 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$) e brevidecíduas ($83,5\text{cm}^2\text{g}^{-1}$). A área foliar específica foi correlacionada com N e P. Existem diferenças não só entre espécies decíduas e sempre-verdes, mas também entre espécies decíduas com diferentes períodos de deciduidade. Entretanto, as análises foliares também mostraram que existe ampla variação inter-específica na concentração de nutrientes que superam as variações entre grupos fenológicos.

Palavras-chave: savana; nutrição mineral; grupos fenológicos; área foliar específica; variação sazonal.

Abstract

Foliar concentration of nutrients is an important indicator of the state of mineral nutrition of woody species, especially as related to soil fertility and adaptations in native plant communities. The cerrado biome presents great biodiversity and heterogeneity of species even within homogenous physiognomies like the cerrado *sensu stricto*. This diversity can be reflected in native species growing under uniform edaphic conditions belonging to different functional groups, specially in terms of leaf traits and phenology patterns. Woody species of the cerrado can be classified into three phenological groups, evergreens, deciduous and brevideciduous, based on the interval during which the trees remain without leaves. Annual leaf shedding would affect the leaf nutrient status and consequently leaf functions such as photosynthesis and water use, and ecosystem processes such as nutrient cycling. Previous investigations on mineral nutrition of native plants of the cerrado biome reported in the literature are generally focused on comparisons of physiognomies, the influence of edaphic factors, and specific aspects such as aluminum accumulation. The main objective of the present study was to compare the variations in leaf nutrient concentrations among 15 woody species of a cerrado *sensu stricto* belonging to the three phenological groups growing on a dystrophic latosol to determine the influence of deciduousness on mineral nutrition. The main hypothesis was that evergreen species would present lower foliar concentrations of nutrients, less specific leaf area, and smaller seasonal variations than deciduous species, because their leaves would persist beyond one annual cycle of dry and wet season. The study was conducted in a cerrado *sensu stricto* at the Ecological Reserve of the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística near Brasília in the Federal District of Brazil. Fully expanded leaves were collected from three individuals of each species at two-month intervals during one year, beginning August 2005 and analyzed for N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu. Specific leaf area was determined twice toward the end of the rainy season of 2006. Soil samples from different depths up to 30 cm were collected in December 2005 and June 2006 and analyzed to determine nutrient availability. Soil analysis showed that the soil was acid and dystrophic with low availability of essential nutrients. The mean concentrations of the major nutrients, N, P, K, Ca and Mg were lower in the evergreen species than in the deciduous species. Seasonal variations were less in evergreen species. Deciduous species showed higher concentrations of N, P and K at the beginning of the rainy season when leaves were recently formed and their concentrations decreased toward the end of the rainy season and the beginning of the

next dry season. Concentrations of Ca increased toward the end of the rainy season, as the leaf age increased. Brevideciduous species had lower concentrations of N and P than those which shed leaves for a longer period though they had higher concentrations than evergreens. Brevideciduous species did not have higher concentrations of K than evergreens but had higher concentrations of Ca. Mean specific leaf area of evergreen species ($54,0 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$) was smaller than that of deciduous ($67,0 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$) and brevideciduous species ($83,5 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$). Specific leaf area was correlated with N and P. Thus there were significant differences not only between evergreen and deciduous species but also among deciduous species with different periods of deciduousness. However, leaf analyses also showed that there were large inter-specific variations in leaf concentrations of nutrients that surpassed the variations among phenological groups.

Key-words: savanna; mineral nutrition; phenological groups; specific leaf area; seasonal variations.

Introdução

Cerrado, no sentido amplo, é o nome que recebe a vegetação característica da região central do Brasil (Eiten, 1982). O Bioma Cerrado ocupa grande extensão do território brasileiro, constituindo-se no segundo maior bioma do Brasil, ocupando aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados. A política de interiorização do território nacional, sobretudo com a implantação da nova capital federal, Brasília, na região Centro-Oeste, nos anos de 1950-60, resultou em um processo crescente de degradação desse bioma. Estima-se que mais da metade da extensão do Cerrado já tenha sido transformada em pastagens plantadas, em áreas de cultivo e usada para outros fins (Klink & Machado, 2005).

A flora do Cerrado é bem antiga e consiste de aproximadamente 800 espécies de árvores e arbustos (Ratter *et al.* 1997). De acordo com Eiten (2001), podem ser encontradas mais de 430 espécies vasculares por hectare. Ratter & Dargie (1992) em um estudo fitogeográfico, observaram extrema diversidade na vegetação, sendo que 230 espécies foram encontradas em apenas uma das áreas estudadas. Castro *et al.* (1999), baseados em trabalhos já publicados sobre levantamento de espécies do Cerrado, encontraram 1709 espécies e subespécies, porém apenas 973 identificadas com confiança.

Eiten (1972) e Coutinho (1990) afirmam que fatores climáticos e edáficos, além do fogo e da intervenção humana, determinam as diferentes fitofisionomias da vegetação do cerrado. Dentre os fatores edáficos que determinam a variação na densidade, altura, cobertura da copa e composição de espécies, estão profundidade efetiva, presença de concreções no perfil, proximidade à superfície do lençol freático, drenagem e fertilidade do solo (Eiten, 1972).

O cerrado *sensu stricto* desenvolve-se na maioria das vezes em solos de baixa fertilidade, bem drenados e profundos e se encontra associado aos latossolos (Haridasan, 1994). O lençol freático no cerrado *sensu stricto* é geralmente muito profundo, variando de 15 a 35 m, chegando a ser mais próximo à superfície somente onde o cerrado faz contato com o campo limpo. As camadas superiores do solo, da superfície até dois a três metros de profundidade, secam durante a estação seca (Eiten, 1994; Franco, 1998). O ambiente edáfico dentro dos limites de uma comunidade de cerrado *sensu stricto* é relativamente uniforme (Haridasan, 2005).

Os latossolos estão em um estado avançado de intemperismo nas superfícies mais estáveis e antigas, constituindo-se em solos fortemente ácidos, com baixos teores de bases (Ca, Mg e K) e fósforo disponíveis, possuem altos níveis de alumínio disponível, além de baixa capacidade de troca catiônica (Lopes & Cox, 1977; Goedert, 1987; Haridasan, 1994).

A baixa fertilidade dos solos do cerrado *sensu stricto* e cerradão está refletida nas baixas concentrações de nutrientes nas folhas das espécies nativas em comunidades associadas aos solos predominantemente distróficos (Haridasan, 1992). De acordo com Haridasan (2005) uma maior concentração de nutrientes nos tecidos vegetais poderá ser indicação de uma maior disponibilidade de nutrientes no solo, de uma maior exigência das espécies em relação aos nutrientes, ou do melhor aproveitamento do ambiente edáfico por uma espécie em comparação com outras que apresentam menores concentrações. A manutenção do ecossistema de Cerrado deve depender de uma reciclagem fechada e eficiente de macronutrientes (Coutinho, 1979). As conseqüências de uma maior fertilidade são evidenciadas por diferenças na composição florística, densidade e dominância relativa das espécies e maior concentrações de nutrientes nas folhas (Haridasan, 2000).

Os processos de nutrição mineral em plantas compreendem a aquisição de nutrientes, os processos de transformação e retranslocação desses nutrientes e as funções dos elementos na vida da planta. Os elementos químicos estão envolvidos na estrutura básica e funcional da célula, possuindo ciclos biogeoquímicos similares. Se um desses elementos essenciais à vida da planta está em quantidade insuficiente ou em combinação química que não permite sua absorção, causará danos no metabolismo devido à sua deficiência na célula vegetal (Epstein & Bloom, 2005).

As concentrações dos elementos estão correlacionadas nas células das plantas. N e P estão intimamente associados tanto no material citoplasmático como no material nuclear, incluindo a membrana celular, os ácidos nucléicos e ATP, ADP e NADP. Ca e Mg possuem funções estruturais e enzimáticas na célula vegetal, sendo que o Mg faz parte da estrutura da clorofila e o Ca é um componente de pectinas da parede celular (Garten Jr, 1976). As correlações entre as concentrações de Ca e Mg são provavelmente uma consequência da associação íntima desses elementos no metabolismo e fotossíntese, pois ambos os elementos são ativadores de enzimas nas reações metabólicas (Epstein & Bloom, 2005). De acordo com Stocking & Ongun (1962), a correlação entre as concentrações desses dois elementos nas espécies vegetais já é esperada, pois provavelmente os cloroplastos devem conter 50% ou mais do total do Mg foliar e 60% do total de Ca foliar. Garten Jr (1976) também defende que as proporções constantes dos elementos, principalmente N:P e Ca:Mg, estão relacionadas ao equilíbrio bioquímico das células, maximizando a síntese de proteínas e produção de tecidos vegetais em ambientes naturais.

As espécies lenhosas do cerrado apresentam diferentes padrões de produção e perda de folhas que resultam em diferentes grupos fenológicos, constituindo assim espécies decíduas, brevidecíduas e sempre-verdes. As espécies decíduas e brevidecíduas

perdem todas as suas folhas velhas antes do desenvolvimento de folhas novas e as sempre-verdes mantêm uma copa verde durante o ano todo. As espécies brevidecíduas ficam totalmente sem folhas por um curto período de tempo (menos que três semanas) e as decíduas permanecem sem folhas num período de três a seis semanas. A expansão de novas folhagens nas espécies decíduas e brevidecíduas ocorre no fim da estação seca (Franco *et al.* 2005).

Jackson *et al.* (1999) encontraram que espécies lenhosas do Cerrado obtêm água de diferentes profundidades do solo. De acordo com Franco *et al.* (2005), a maioria das espécies decíduas aparentemente retira água de maiores profundidades do solo que as espécies sempre-verdes apesar de não existir uma separação clara entre os dois grupos fenológicos para profundidade de raízes. De uma maneira geral as espécies lenhosas do cerrado possuem um alto investimento de biomassa subterrânea (Abdala *et al.* 1998).

Montes & Medina (1977), numa região de savana na Venezuela, selecionaram árvores de comportamento decíduo e perene e encontraram que o conteúdo de N e P das folhas perenes escleromórficas foi significativamente menor que das folhas das espécies decíduas. Segundo os autores utilização do P demonstra uma tendência de ser regulada por fatores genéticos, sendo a competição entre as espécies decíduas e perenes nesse habitat controlado por fatores diferentes para o estado nutricional do solo. Os autores também concluíram que, com a idade, as concentrações de N, P e K diminuem e de Ca e Mg aumentam.

A concentração foliar de nutrientes é um determinante importante do funcionamento das espécies vegetais em seus habitats (Aerts & Chapin, 2000). Vários trabalhos foram realizados na Universidade de Brasília estudando as concentrações foliares de nutrientes de espécies do cerrado (Ribeiro, 1983; Medeiros, 1983; Araújo, 1984; Borgatto, 1994). Nestes trabalhos foram estudadas variações sazonais na

concentração foliar de nutrientes, porém não foram analisados aspectos relacionando a concentração foliar de nutrientes com a deciduidade das espécies.

Villela & Lacerda (1992) observaram uma variação sazonal significativa da concentração de nutrientes para duas espécies lenhosas do cerrado (*Curatella americana* e *Vochysia rufa*). Apontam que as maiores concentrações de K, Fe, Cu e Zn ocorreram no mês de agosto, período em que as folhas se encontravam jovens e a variação sazonal da concentração dos elementos minerais nas folhas, parecendo estar mais relacionada com os mecanismos de absorção e translocação destes elementos associados à idade foliar do que com variações ambientais ao longo do ano.

No cerrado, ainda não foram realizados muitos estudos que correlacionem deciduidade com concentração foliar de nutrientes. Franco *et al.* (2005) encontraram uma diferença significativa de N e P foliar entre espécies decíduas e sempre-verdes e uma significativa variação sazonal, sendo a maior concentração foliar de N e P encontrada nas folhas maduras recentes das plantas decíduas no fim da estação seca e tais diferenças de N e P nos grupos fenológicos decaíram durante a estação chuvosa.

A área foliar específica, que expressa a razão entre a área e massa seca da folha, reflete um *trade-off* fundamental no funcionamento de plantas entre uma rápida produção de biomassa e uma eficiente conservação de nutrientes (Poorter & Garnier, 1999). A área foliar específica é importante para entender relações hídricas da vegetação e os ciclos de carbono porque descreve a alocação da biomassa da folha por unidade de área da folha. A espessura foliar exerce uma importante função no funcionamento da folha e da planta, sendo relatada como estratégia das espécies para aquisição de recursos (Vile *et al.* 2005). Alguns estudos em diferentes tipos de vegetação têm mostrado uma relação positiva entre área foliar específica, conteúdo de N

foliar e capacidade fotossintética (Meziane & Shipley, 2001; Wright *et al.* 2001; Hoffmann *et al.* 2005).

Silva (2001) comparou a área foliar específica entre cerrado denso e cerrado *sensu stricto* da RECOR, e o cerrado *sensu stricto* mostrou uma área foliar específica média menor. Ao comparar os tipos fenológicos (espécies decíduas, brevidecíduas e sempre-verdes), não se encontrou correlação entre porcentagem de N e área foliar específica. Franco *et al.* (2005) encontraram que espécies decíduas do cerrado produzem folhas com maior área foliar específica do que espécies sempre-verdes.

Villar & Merino (2001), estudando 162 espécies lenhosas de ecossistemas contrastantes (de deserto à floresta tropical úmida), encontraram que o custo de construção foliar médio por unidade de massa seca em espécies decíduas foi significativamente mais baixo que das espécies brevidecíduas e sempre-verdes. As folhas de espécies sempre-verdes mostraram baixo conteúdo de N e um menor tamanho de folha que as espécies decíduas, as quais mostraram uma proporção maior de custo de construção foliar dedicado à síntese de proteínas.

De acordo com Montes & Medina (1977), em termos de competição entre espécies sempre-verdes e decíduas, o custo de construção para uma folha nova é crítico. Enquanto espécies sempre-verdes têm a vantagem de fazer fotossíntese o ano inteiro, as espécies decíduas normalmente possuem a vantagem de produzir uma área foliar maior com menor custo de nutrientes, de modo que o aumento no custo de P e N foliar pode ser compensado por uma maior taxa fotossintética por unidade de área foliar (Montes & Medina, 1977).

O presente trabalho estuda as variações do estado nutricional de 15 espécies lenhosas do cerrado *sensu stricto*. Comparações anteriores sobre padrões nutricionais não contemplaram diferenças entre grupos fenológicos, somente entre vegetações,

fitofisionomias e solo. Visto isso, os principais objetivos foram determinar a relação entre deciduidade e o estado nutricional das espécies pertencentes a três grupos fenológicos (decíduas, brevidecíduas e sempre-verdes) e verificar se existem diferenças sazonais no padrão nutricional e entre os grupos fenológicos ao longo de um ano no ambiente natural, onde ocorrem poucas variações nas condições de fertilidade do solo e outras condições edáficas. Outro objetivo foi verificar se existe correlação entre área foliar específica e concentração de nutrientes da folha.

As hipóteses são:

1. As espécies sempre-verdes apresentam menores concentrações foliares de nutrientes devido à maior longevidade das folhas.
2. A sazonalidade das concentrações foliares de nutrientes é maior nas espécies decíduas do que nas sempre-verdes devido aos diferentes padrões de produção e perda de folhas.
3. A área foliar específica é menor em espécies sempre-verdes devido à maior longevidade das folhas.
4. Nitrogênio e fósforo, cálcio e magnésio apresentam correlação linear positiva devido às suas propriedades químicas e funções no metabolismo das células vegetais.

Material e Métodos

1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR), localizada no Distrito Federal, 35 km ao sul de Brasília (15° 55' 58'' S e 47° 51' 02'' W). A RECOR tem 1350 ha e faz parte da Área de Proteção Ambiental Distrital Gama-Cabeça de Veado que possui um total de 10.000 ha de área protegida contínua. Localiza-se no interflúvio dos ribeirões Roncador e Cabeça de Veado, em relevo suave. A altitude varia de 1.048 m a 1.150 m. O clima é sazonal com duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa. A estação chuvosa tem seu início em setembro ou outubro e seu término em abril ou maio e a precipitação média anual é de 1.500 mm (Figura 1). A temperatura média anual é de 22 °C (fonte: www.recor.org.br, consultado em 18/09/06).

Na Reserva encontra-se diferentes fitofisionomias do Cerrado. Dentre elas estão: cerrado *sensu stricto*, cerradão, campo cerrado, campo sujo, campo limpo, murundu, mata ciliar e vereda (Figura 2). Este estudo foi realizado na fitofisionomia de cerrado *sensu stricto* em uma área de maior altitude em relação às outras áreas na Reserva. A área escolhida foi relativamente uniforme em relação ao ambiente edáfico, constituída por Latossolo Vermelho, sendo que os latossolos ocupam 80% da área da reserva (Figura 3). As coletas de folhas e de solo foram feitas em três parcelas de 15 x 15 metros.

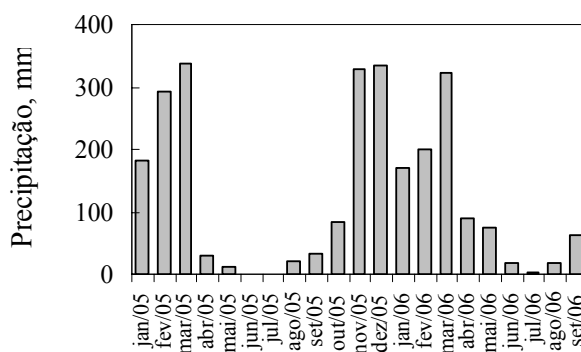
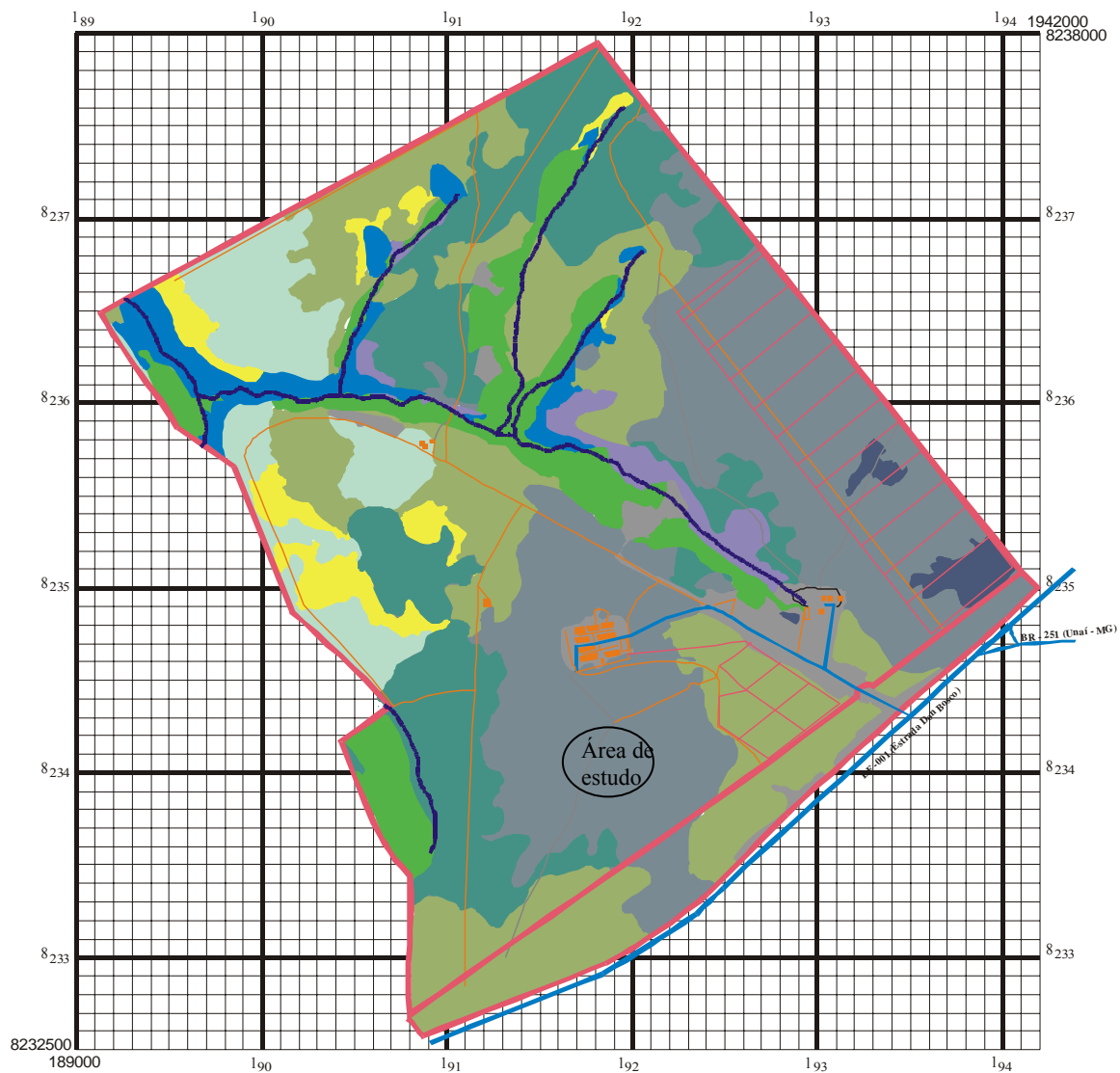
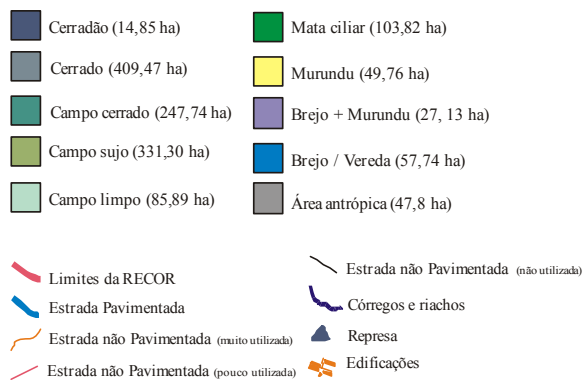


Figura 1. Precipitação mensal (mm) registrada na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, de janeiro de 2005 a setembro de 2006.



RESERVA ECOLÓGICA DO IBGE – RECOR BRASÍLIA – DF

LEGENDA



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCADOR
ESCALA GRÁFICA SIMPLES



Origem da quilometragem: Equador e Meridiano 45°W.Gr., acrescidos das constantes 10.000 km e 500 km, respectivamente.

Datum Horizontal: SAD 69

Figura 2. Mapa de vegetação da Reserva Ecológica do IBGE (fonte: www.recor.org.br; citado: 18/09/06).

RESERVA ECOLÓGICA DO IBGE
BRASÍLIA / DF - BRASIL
SOLOS

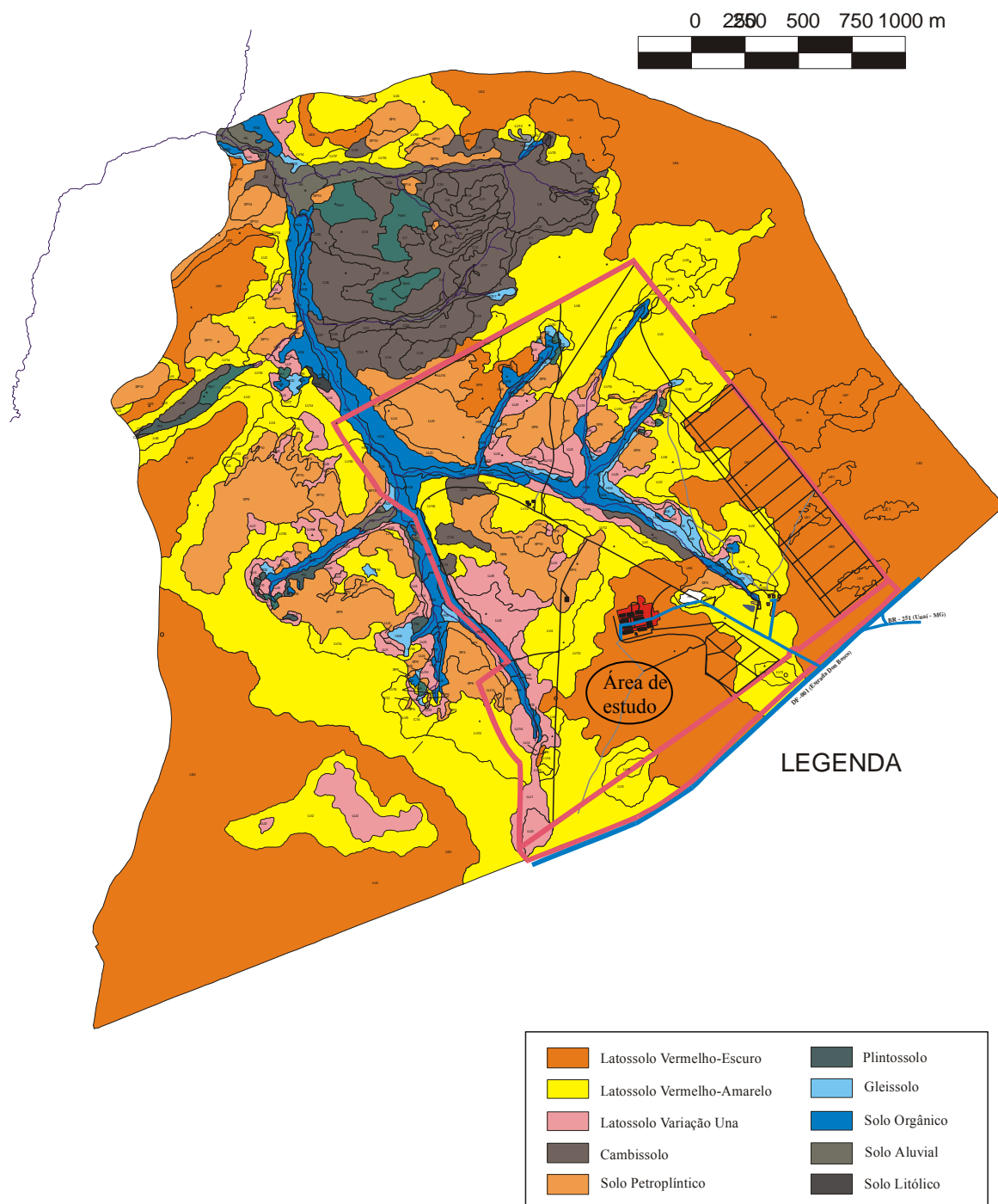


Figura 3. Mapa de solos da Reserva Ecológica do IBGE (fonte: www.recor.org.br; citado: 18/09/06).

2. Espécies estudadas

Foram estudadas 15 espécies lenhosas comuns na fitofisionomia de cerrado *sensu stricto* que são encontradas com facilidade na área da RECOR. As espécies pertencem a diferentes grupos fenológicos e a classificação das espécies em decíduas, brevidecíduas e sempre-verdes está de acordo com Franco *et al.* (2005), Oliveira (2005) e Silva Júnior (2005) (Tabela 1). As espécies sempre-verdes possuem copa verde durante o ano inteiro e as decíduas e brevidecíduas perdem totalmente suas folhas antes do desenvolvimento de folhas novas. As espécies brevidecíduas ficam totalmente sem folhas por um curto período de tempo (menos que três semanas) e as decíduas permanecem sem folhas num período de três a seis semanas (Franco *et al.* 2005).

Tabela 1. Espécies lenhosas estudadas.

Espécie	Família
Sempre-verdes	
<i>Miconia pohliana</i> Cogn.	Melastomataceae
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hill) Baill.	Ochnaceae
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham.&Schldl.) Frodin.	Araliaceae
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel.	Fabaceae
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	Vochysiaceae
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl.	Vochysiaceae
Brevidecíduas	
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth.) Berg.	Myrtaceae
<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	Malpighiaceae
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Caryocaraceae
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart) Coville.	Fabaceae
Decíduas	
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell.	Nyctaginaceae
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. ex Saddi.	Guttiferae
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae

De acordo com Franco *et al.* (2005) a sempre-verde *Schefflera macrocarpa* produz folhas novas durante o ano todo, a sempre-verde *Sclerolobium paniculatum*

produz folhas novas durante a estação chuvosa, e as sempre-verdes *Vochysia elliptica* e *Ouratea hexasperma* produzem folhas novas no fim da estação seca. A brevidecídua *Dalbergia miscolobium* produz folhas novas no fim da estação seca bem como as decíduas *Kielmeyera coriacea*, *Qualea grandiflora* e *Qualea parviflora* (Franco *et al.* 2005). *Caryocar brasiliense* também produz folhas novas no fim da estação seca (Maia, 1999). *Guapira noxia* produz folhas novas de agosto a setembro e *Stryphnodendron adstringens* produz folhas de julho a setembro (Silva Júnior, 2005). A abscisão foliar para a maioria das espécies estudadas também ocorre no fim da estação seca, com exceção de algumas espécies sempre-verdes.

3. Coleta e análise de folhas

Foram feitas cinco coletas de folhas em diferentes épocas do ano (agosto e outubro de 2005, fevereiro, abril e junho de 2006) com o objetivo de contemplar a sazonalidade na concentração de nutrientes e produção de folhas. Foram coletadas folhas completamente expandidas de três indivíduos de cada espécie, com altura mínima de um metro, em cada uma das cinco coletas, onde os indivíduos foram sempre os mesmos.

As folhas coletadas foram lavadas com água destilada e secas em estufa a 70 °C. O material seco foi moído em moinho tipo Wiley. A concentração de nitrogênio nas folhas foi determinada utilizando-se o método de digestão e destilação de micro-Kjeldahl (Allen, 1989). A determinação das concentrações de P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu e Al na folha foi feita por meio da digestão, utilizando-se uma mistura triácida de ácidos nítrico, sulfúrico e perclórico, na proporção de 10:1:2 (Allen, 1989). A concentração de P no extrato foi determinado por colorimetria, a 410 nm, utilizando-se vanadomolibdato de amônia. As concentrações dos demais nutrientes foram obtidas por espectrofotometria de absorção atômica ou emissão de chama (Allen, 1989).

4. Área foliar específica

Na quarta e quinta coleta foi medida a área foliar do conjunto de folhas coletadas de cada indivíduo. Logo após serem coletadas, as imagens das folhas foram digitalizadas através de um scanner, com resolução de 100 dpi, e cada imagem conteve todas as folhas coletadas de cada indivíduo. Para as folhas compostas, os folíolos foram separados, sendo medida a área do conjunto de folíolos. Como exemplo, a Figura 4A apresenta as folhas digitalizadas de *Vochysia elliptica* e a Figura 4B apresenta as folhas digitalizadas de *Dalbergia miscolobium*.

A área foliar do conjunto de folhas coletadas foi calculada através do programa AREA versão 2.1, o qual se baseia em contagem dos pixels pretos em imagens geradas pelo scanner, com um fator de calibração apropriado (Caldas *et al.* 1992). Após secagem completa em estufa a 70 °C, o conjunto de folhas de cada indivíduo foi pesado. A área foliar específica foi calculada a partir da razão entre a área foliar total e massa seca total das folhas de cada indivíduo.

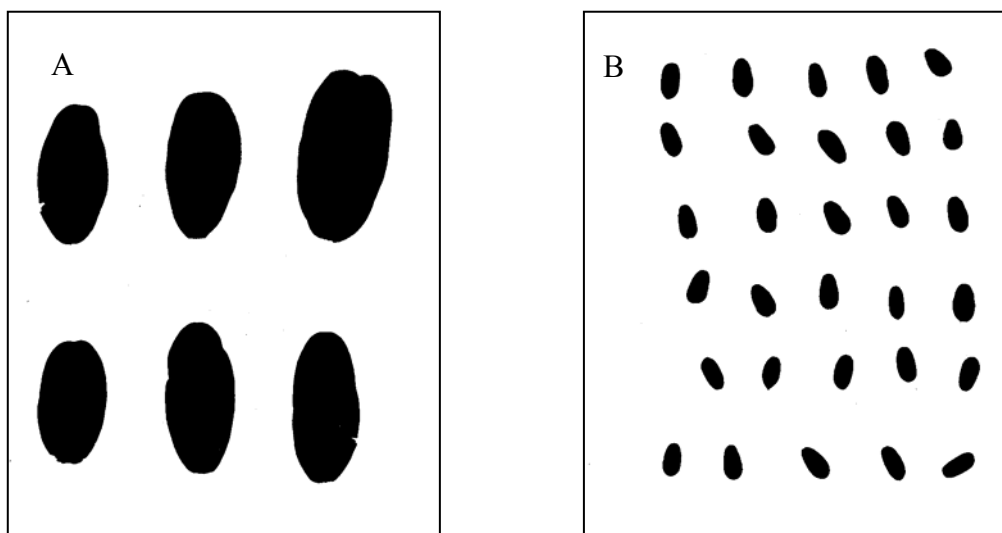


Figura 4. Imagens digitalizadas das folhas de *Vochysia elliptica* (A) e *Dalbergia miscolobium* (B).

5. Coleta e análise de amostras de solo

As amostragens de solo foram realizadas em dezembro de 2005 e junho de 2006, estação chuvosa e estação seca respectivamente. Foram coletadas cinco amostras compostas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade em cada parcela. As amostras foram secas ao ar e passadas em peneira com abertura de malha de dois milímetros.

Os valores de pH foram determinados em água e KCl (1 M), em uma suspensão solo:solução de 1:2,5. O teor de matéria orgânica e carbono orgânico foi determinado pelo método de Walkley & Black (1934). O nitrogênio total foi determinado pelo método micro-Kjeldahl. A disponibilidade de P, K, e micronutrientes do solo foi determinada em extrato de Mehlich (H_2SO_4 , 0,025 M + HCl, 0,05 M) e de Ca, Mg e Al em KCl, 1 M (Embrapa, 1997). O teor de P no extrato de solo foi determinado por colorimetria a 660 nm, utilizando-se o molibdato de amônia. O teor de alumínio foi determinado por titulação com NaOH. Os teores dos elementos K, Ca, Mg, Mn e Fe foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica ou emissão de chama (Allen, 1989).

6. Análises estatísticas

Foi utilizada análise de variância para testar diferenças entre os grupos fenológicos, espécies e épocas de coleta para os nutrientes foliares e área foliar específica. Também foi utilizada análise de variância para testar as diferenças entre as profundidades do perfil do solo e as épocas de coleta. Para os grupos fenológicos com variáveis aleatórias, foi utilizada análise de variância através do procedimento GLM, medidas repetidas no tempo. O teste de Tukey a 5% de probabilidade foi utilizado para comparação de médias das análises de solo e de folhas através do programa SAS. (The

SAS – System for Windows, Release 9.3, SAS Inst. Inc. Cary, NC, USA). Os modelos utilizados nas análises de variância estão apresentados nas Tabelas 2; 3; 4 e 5.

Tabela 2. Análise de variância utilizada para testar diferenças entre as profundidades do solo e entre as épocas de coleta.

Fonte	Graus de liberdade
Data	1
Profundidade	3
Data*Profundidade	3
Erro	112
Total	119

Tabela 3. Análise de variância utilizada para testar diferenças nas concentrações foliares de nutrientes entre os grupos fenológicos e entre datas de coletas.

Fonte	Graus de liberdade
Grupos fenológicos	2
Espécies (grupo)	12
Erro a	30
Data	4
Data*Grupos fenológicos	8
Data*espécies	48
Erro b	118
Total	222

Tabela 4. Análise de variância utilizada para testar diferenças nas concentrações foliares de nutrientes entre as espécies.

Fonte	Graus de liberdade
Espécie	14
Data	4
Espécie * data	56
Erro	148
Total	222

Tabela 5. Análise de variância utilizada para testar diferenças na área foliar específica entre grupos fenológicos.

Fonte	Graus de liberdade
Grupos fenológicos	2
Espécies (grupo)	12
Erro a	30
Data	1
Data*Grupos fenológicos	2
Data*espécies	12
Erro b	30
Total	89

Resultados

1. Solos

Os valores de pH medido em água se situaram entre 4,6 e 5,2 em dezembro de 2005 e 4,9 e 5,4 em junho de 2006. Os valores de pH em KCl 1M se situaram entre 4,1 e 4,6 na estação seca e entre 4,3 e 4,8 na estação chuvosa (Figura 5). Verificou-se que o pH aumentou com a profundidade e os valores foram mais baixos na época chuvosa do que na época seca. O teor de carbono orgânico diminuiu com a profundidade (Figura 5), de 2,3% na superfície a 1% na camada de 20-30 cm. Os valores na época chuvosa foram maiores do que na época seca, exceto entre as camadas de 10-20 e 20-30 cm. O teor de nitrogênio diminuiu com a profundidade, variando de 0,14% na superfície a 0,05% na camada inferior durante a primeira coleta e entre 0,18 e 0,07% na segunda coleta, mostrando uma variação sazonal na concentração de N, com maiores valores na estação seca que na estação chuvosa (Figura 5).

O potássio apresentou maiores valores na estação chuvosa nas duas primeiras camadas de solo, sendo que os valores das camadas superiores na primeira coleta atingiram em média $0,16 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ e decresceram até $0,04 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$. Os valores de K na segunda coleta variaram de $0,09 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ na primeira camada e decresceram até $0,03 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ na camada de 20-30 cm (Figura 6).

O cálcio apresentou valores médios similares nas duas datas de coleta, e variação entre as estações ocorreu apenas na profundidade de 0-5 cm, onde a estação chuvosa apresentou maior concentração. Os valores decresceram com a profundidade (Figura 6), sendo que em ambas as estações houve diferença significativa apenas entre as três primeiras camadas. Os valores de magnésio também decresceram com a profundidade (Figura 6). A camada superficial de solo apresentou maior valor na estação chuvosa, porém as demais camadas apresentaram maior disponibilidade de Mg na estação seca. O

solo apresentou altos teores de alumínio que variaram sazonalmente, onde os maiores valores foram encontrados na estação seca. Os valores decresceram com a profundidade (Figura 6).

Os micronutrientes estão apresentados na Figura 7. A disponibilidade de ferro teve diferença significativa de valores entre todas as profundidades, decrescendo de 73 mg kg⁻¹ na camada de 0-5 cm até 31 mg kg⁻¹ na camada de 20-30 cm na estação chuvosa e de 69 a 25 mg kg⁻¹ na estação seca. Os teores de Fe não apresentaram diferença significativa entre as datas de coleta. O manganês apresentou maiores valores na estação chuvosa, decrescendo com a profundidade de 3,5 até 1,1 mg kg⁻¹. Na estação seca decresceu de 2,8 até 0,7 mg kg⁻¹ e em ambas as estações os valores das duas camadas inferiores não apresentaram diferenças significativas entre si. O zinco também apresentou maiores valores na estação chuvosa, porém apenas nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, e os valores não diferiram entre as profundidades apenas entre a segunda e terceira camada. A disponibilidade de cobre foi maior na estação chuvosa.

2. Análises foliares

2.1 Variação na concentração foliar de nutrientes entre as espécies

A concentração foliar de nutrientes variou significativamente entre as espécies estudadas. As concentrações foliares dos macronutrientes estão apresentadas na Figura 8. A espécie que apresentou maior concentração foliar média de N foi *Guapira noxia* e as que apresentaram menores concentrações foram as sempre-verdes *Vochysia elliptica* e *Vochysia thyrsoidea*. A concentração foliar de N em *Dalbergia miscolobium*, espécie fixadora de N, variou entre 1,36 e 2,3% e apresentou concentração foliar média de 1,93 %, a segunda maior concentração média entre as espécies.

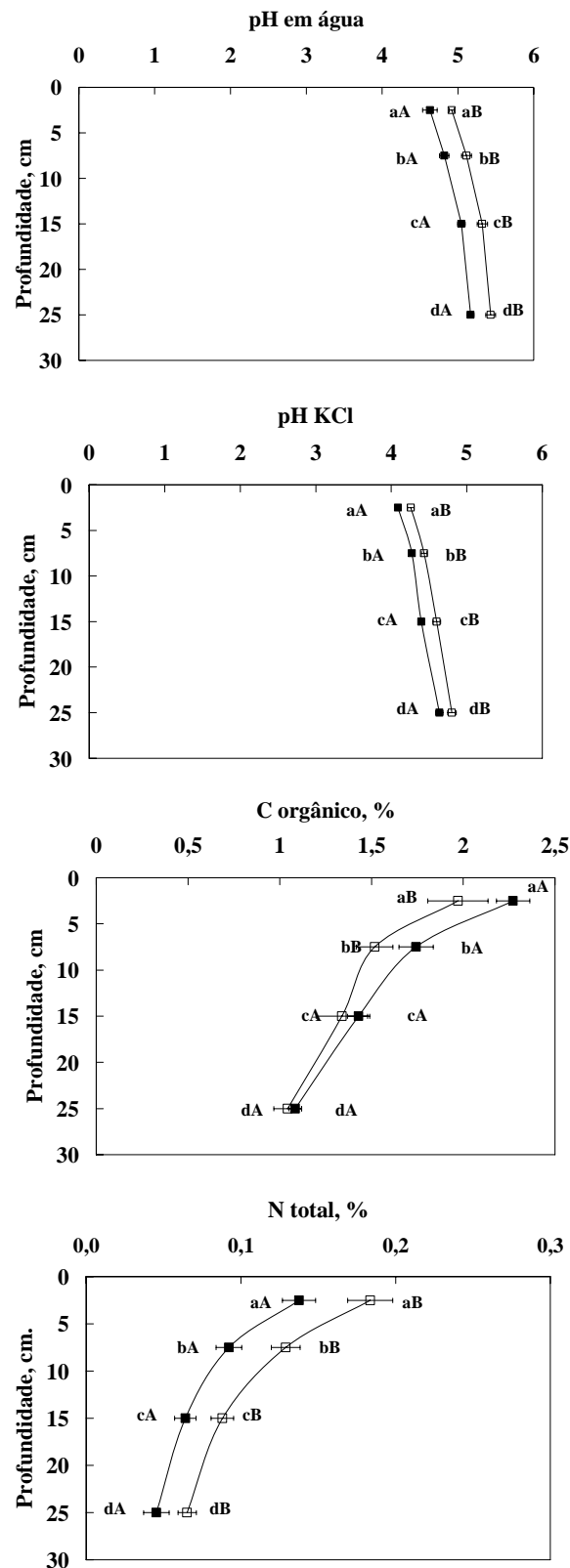


Figura 5. pH em água, pH em KCl, teor de carbono orgânico e nitrogênio total em Latossolo Vermelho do cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. ■ = dezembro de 2005; □ = junho de 2006. As barras representam o desvio padrão. Letras minúsculas representam diferenças significativas entre profundidades, letras maiúsculas representam diferenças entre estação seca e chuvosa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$; $n=15$).

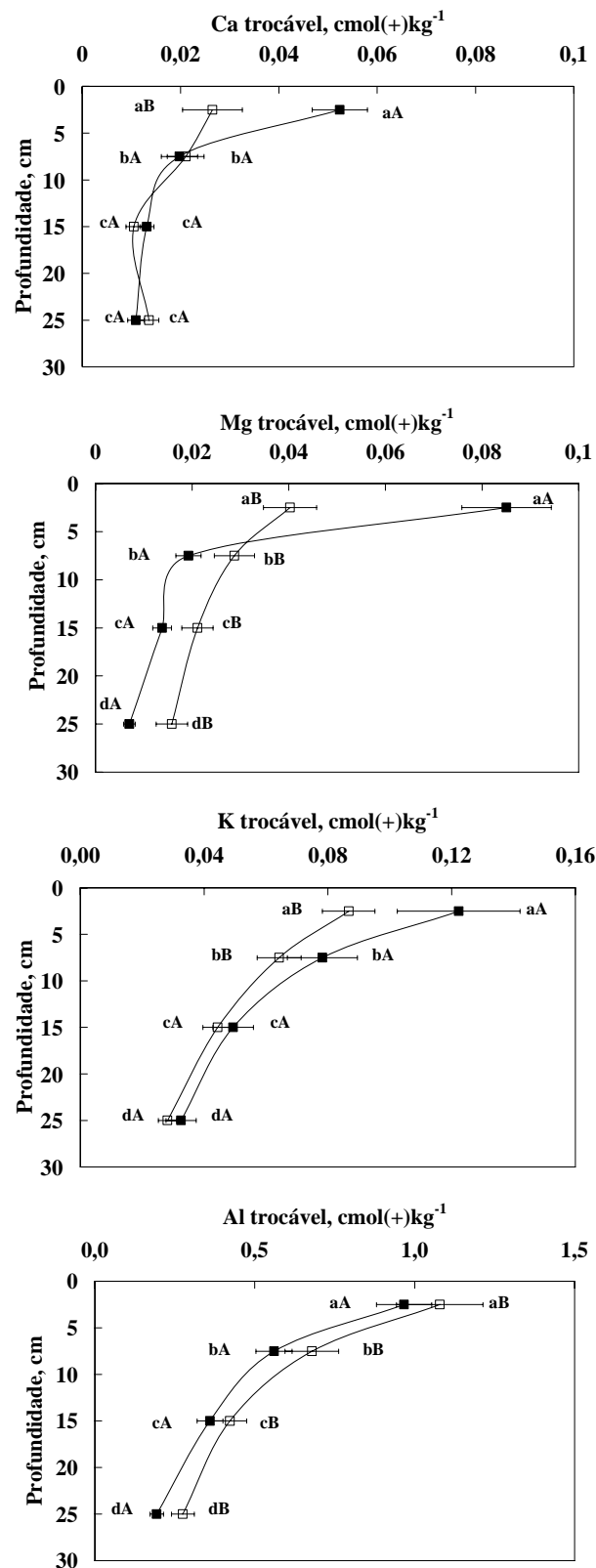


Figura 6. Disponibilidade de Ca, Mg, K e Al trocáveis em Latossolo Vermelho do cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. ■ = dezembro de 2005; □ = junho de 2006. As barras representam o desvio padrão. Letras minúsculas representam diferenças significativas entre profundidades, letras maiúsculas representam diferenças entre estação seca e chuvosa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$; $n=15$).

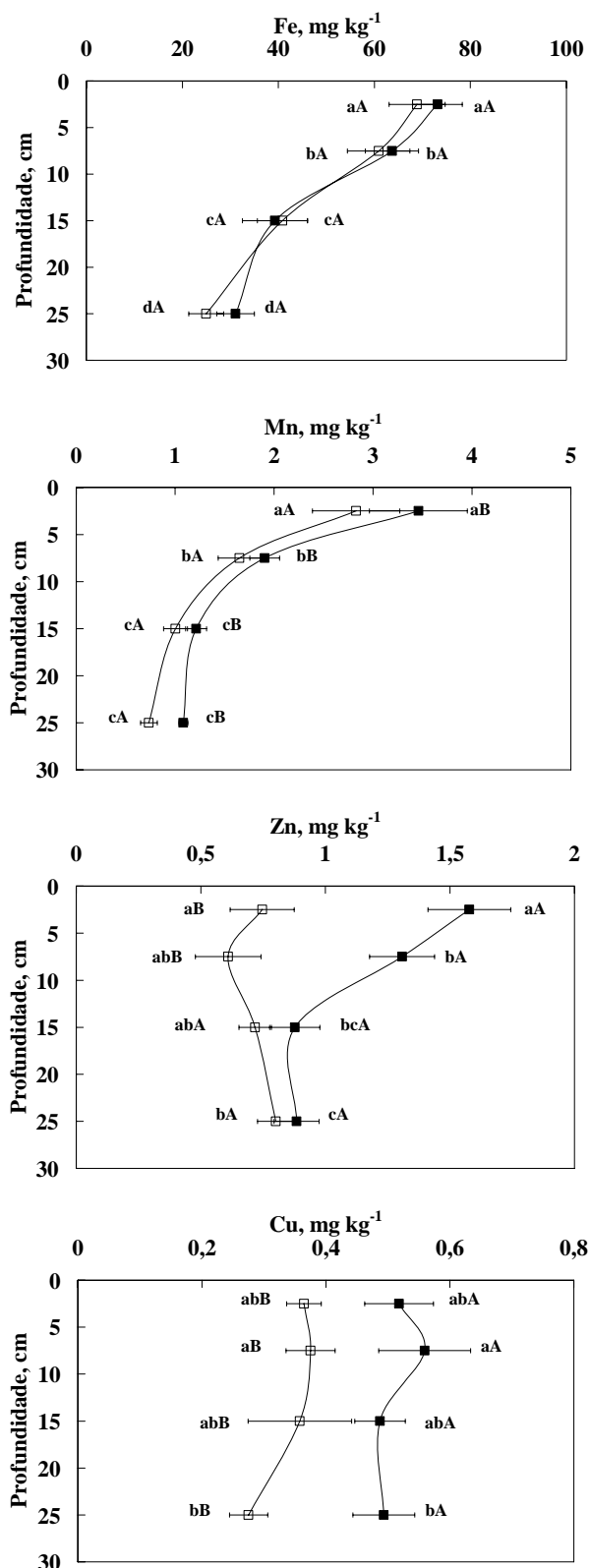


Figura 7. Disponibilidade de Fe, Mn, Zn e Cu em Latossolo Vermelho do cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. ■ = dezembro de 2005; □ = junho de 2006. As barras representam o desvio padrão. Letras minúsculas representam diferenças significativas entre profundidades, letras maiúsculas representam diferenças entre estação seca e chuvosa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$; $n=15$).

Stryphnodendron adstringens, espécie leguminosa não fixadora de N, teve a concentração foliar de N entre 1,33 e 2% e apresentou concentração média de 1,7%.

Assim como para o N, a espécie que apresentou maior concentração foliar média de P foi a decídua *Guapira noxia* (1469 mg kg⁻¹) e as espécies que apresentaram menores concentrações foliares de P foram as sempre-verdes *Miconia pohliana* (329 mg kg⁻¹) e *Vochysia thyrsoidea* (337 mg kg⁻¹). A decídua *Qualea parviflora* apresentou concentração foliar de P igual a 829 mg kg⁻¹, segundo maior valor encontrado. A concentração foliar de P variou entre 253 mg kg⁻¹ na espécie *Miconia pohliana* e 2555 mg kg⁻¹ em *Guapira noxia*, no mês de outubro.

A maior concentração foliar média de K também foi observada na espécie *Guapira noxia* (1,48%), valor este maior que o dobro da concentração encontrada em *Kielmeyera coriacea* e *Ouratea hexasperma* (0,63%), que foi a segunda maior concentração foliar média de K entre as espécies. As sempre-verdes *Miconia pohliana*, *Vochysia elliptica* e *Vochysia thyrsoidea* apresentaram as menores concentrações foliares de K (0,27; 0,21 e 0,25% respectivamente). A concentração foliar de N, P e K seguem um padrão semelhante, apresentando altos valores para a espécie decídua *Guapira noxia*.

A maior concentração foliar média de Ca foi encontrada na espécie *Blepharocalyx salicifolius* (0,88%) seguida por *Ouratea hexasperma* (0,72%) e *Byrsonima crassa* (0,69%). A concentração foliar de Mg também variou bastante entre as espécies sendo que a maior concentração média foi observada em *Guapira noxia* (0,21%) e a menor foi observada em *Vochysia elliptica* (0,03%).

As concentrações foliares dos micronutrientes estão apresentadas na Figura 9. *Caryocar brasiliense* e *Miconia pohliana* apresentaram as maiores concentrações foliares de Fe superior às demais espécies (188 e 157 mg kg⁻¹ respectivamente) e a

concentração foliar de Fe variou entre 36,9 e 308,6 mg kg⁻¹ nas espécies *Qualea parviflora* e *Caryocar brasiliense*, respectivamente. A concentração foliar de Mn variou entre 18,8 mg kg⁻¹ em *Miconia pohliana* e 468 mg kg⁻¹ em *Ouratea hexasperma*, espécie que apresentou concentração foliar média de Mn superior às demais espécies. *Schefflera macrocarpa* e *Guapira noxia* apresentaram 302 e 262 mg kg⁻¹ de Mn, maiores valores encontrados após a concentração de *Ouratea hexasperma*. A concentração foliar de Zn variou entre 6 e 56 mg kg⁻¹ nas espécies *Vochysia thyrsoidea* e *Dalbergia miscolobium* respectivamente, e a maior concentração média foliar foi observada na espécie *Guapira noxia* (32,8 mg kg⁻¹). A concentração foliar de Cu variou entre 1,17 e 28,8 mg kg⁻¹, sendo que não houveram grandes variações entre as concentrações médias das espécies estudadas.

2.2 Relação entre estado nutricional e grupos fenológicos

Através da análise de variância, foi comprovado que existe relação entre estado nutricional e grupos fenológicos. Dentre os macronutrientes, o grupo de decíduas apresentou maior concentração foliar de N, P e K, o grupo de brevidecíduas apresentou valores intermediários para N e P e não variou significativamente com o grupo de sempre-verde para as concentrações foliares de K. O grupo de sempre-verdes apresentou as menores concentrações de N e P (Figura 10). Fato atribuído principalmente à presença de *Guapira noxia*, espécie decídua que apresentou valores bem superiores aos demais. Em análise sem a espécie *Guapira noxia*, o grupo de brevidecíduas apresentaria maior concentração foliar de N. O grupo de brevidecíduas apresentou maiores concentrações foliares de Ca e não houve variação significativa entre o grupo de decíduas e sempre-verdes para este nutriente (Figura 10).

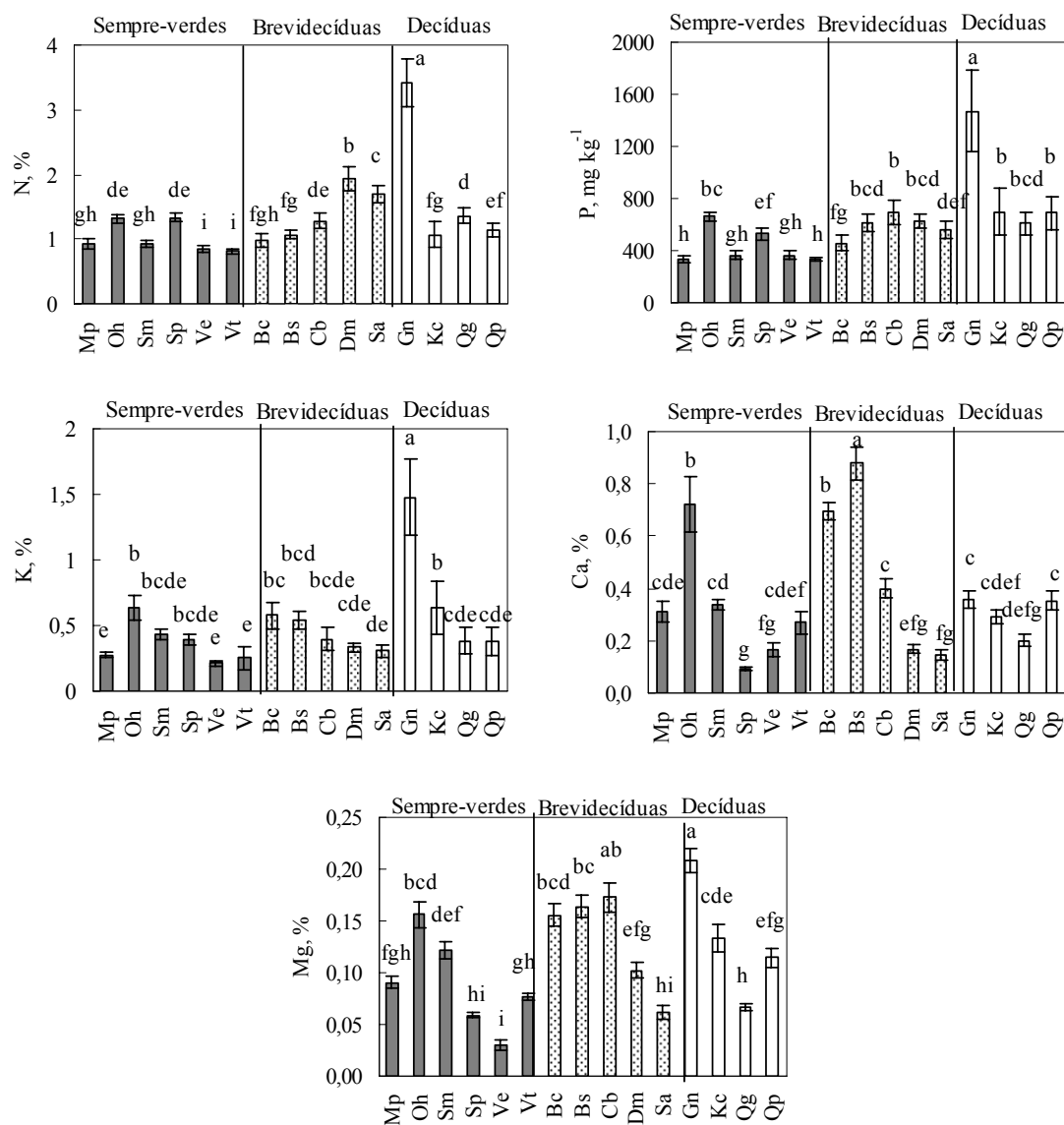


Figura 8. Variação média de todas as datas de coleta na concentração foliar de N, P, K, Ca e Mg em espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. As barras verticais representam o desvio padrão. As letras representam diferenças entre as médias das concentrações foliares dos nutrientes pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). ■ = sempre-verdes; ▨ = brevidecíduas; □ = decíduas.

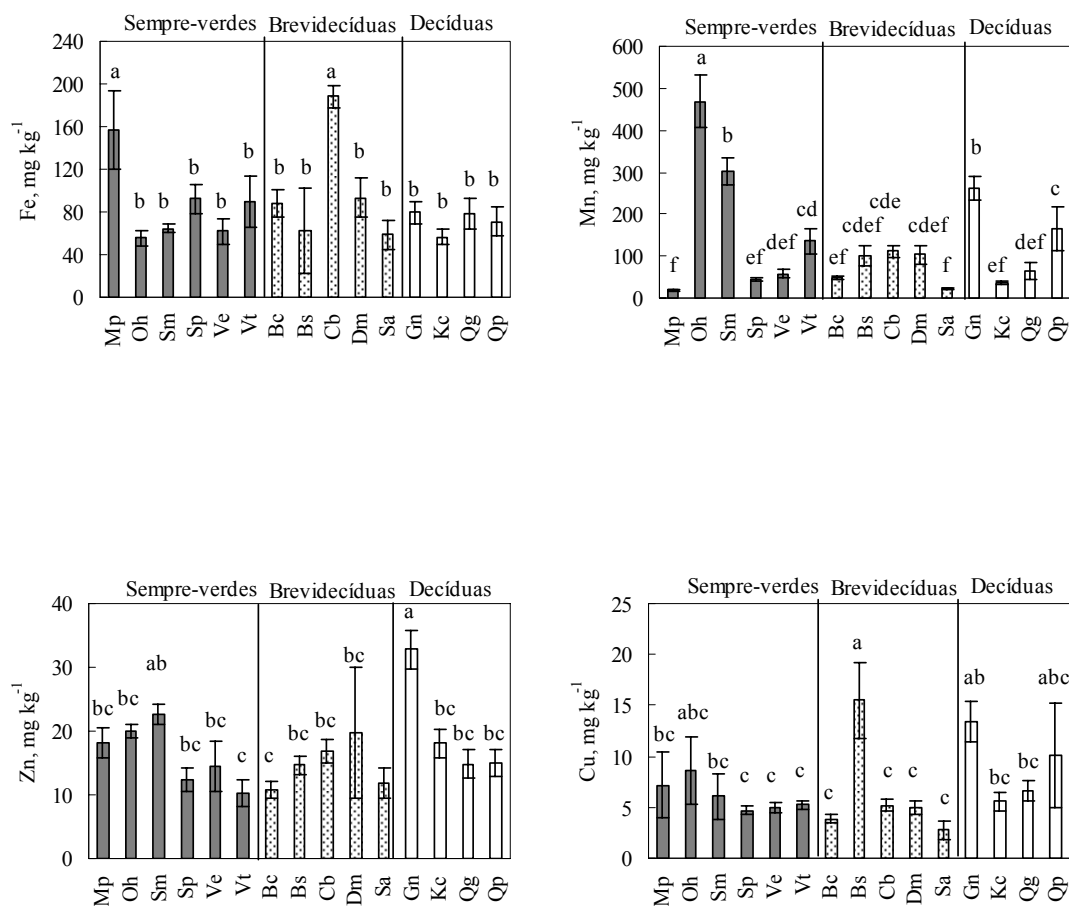


Figura 9. Variação média de todas as datas de coleta na concentração foliar de Fe, Mn, Zn e Cu em espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. As barras verticais representam o desvio padrão. As letras representam diferenças entre as médias das concentrações foliares dos nutrientes pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). ■ = sempre-verdes; ▨ = brevidecíduas; □ = decíduas.

Na concentração foliar de Mg não houve diferença significativa entre os grupos de decíduas e brevidecíduas e o grupo de sempre-verdes apresentou as menores concentrações. A concentração foliar de Al foi menor no grupo de brevidecíduas e não variou significativamente entre o grupo de decíduas e sempre-verdes, porém nesse caso devem ser consideradas apenas diferenças entre espécies e não entre grupos fenológicos, pois as espécies acumuladoras de Al fazem parte do grupo de decíduas e sempre-verdes.

Os micronutrientes também tiveram variação entre os grupos fenológicos (Figura 11). Nos meses de agosto, abril e junho, as brevidecíduas tiveram maior concentração de Fe, e não houve diferenças significativas entre decíduas e sempre-verdes. As diferenças entre grupos fenológicos na concentração foliar de Mn foram diferentes em cada mês de coleta, em junho e agosto, as brevidecíduas apresentaram menores valores e não houve diferença significativa entre decíduas e sempre-verdes, em fevereiro as sempre-verdes apresentaram maior concentração foliar deste elemento e não houve diferença significativa entre os outros dois grupos. As espécies decíduas apresentaram maior concentração foliar de Zn nos meses de fevereiro, abril e junho. A concentração foliar de Cu foi maior para o grupo de decíduas em fevereiro e junho, em abril não variou entre o grupo de decíduas e brevidecíduas, e em fevereiro não foram observadas diferenças entre os grupos fenológicos para esse micronutriente.

2.3 Variação sazonal de nutrientes

A concentração foliar de nutrientes variou significativamente entre as datas de coleta. De modo geral, as espécies apresentaram menores concentrações foliares de nutrientes no mês de agosto de 2005, a tabela com os valores encontra-se em Anexo.

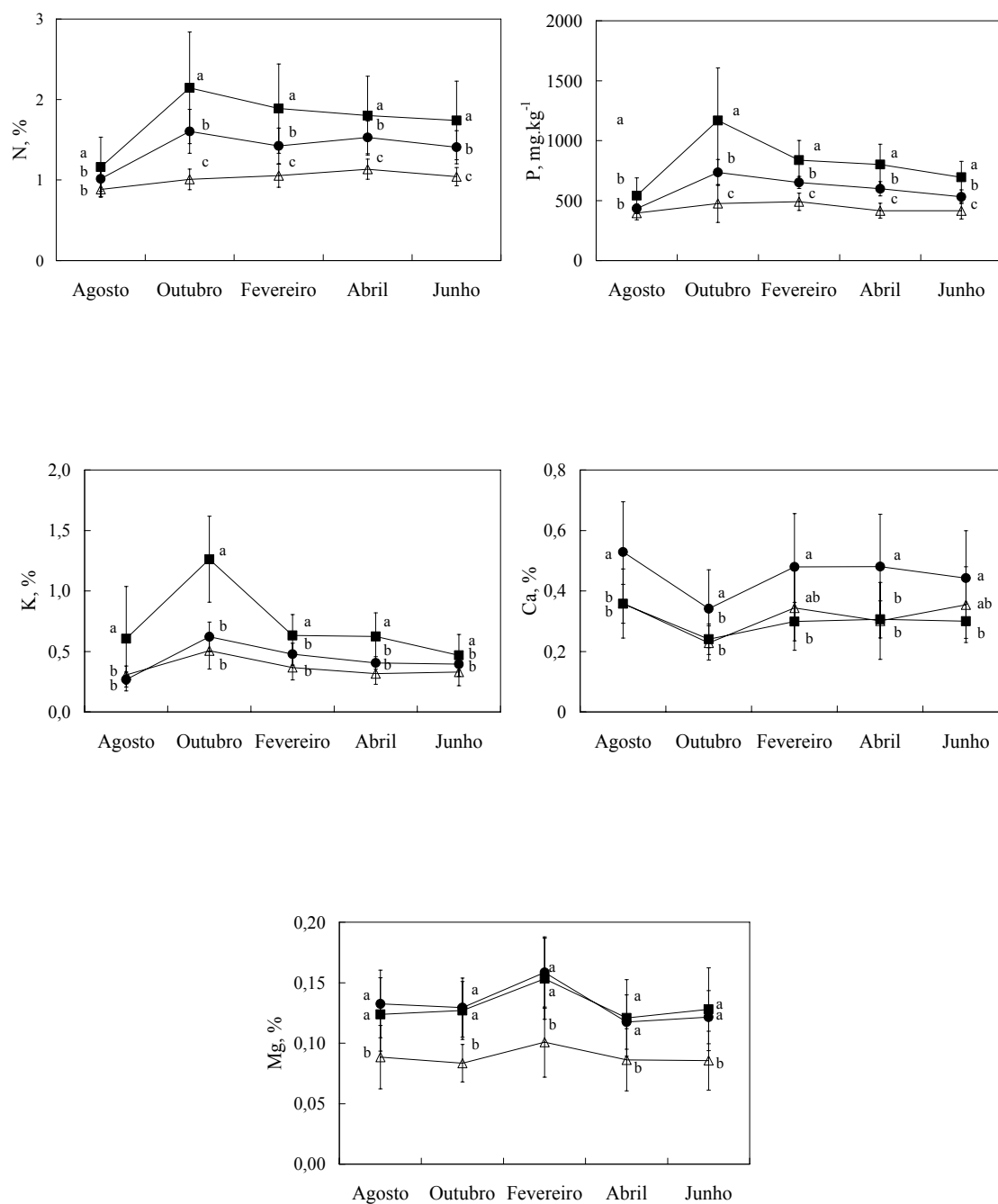


Figura 10. Variação sazonal na concentração foliar de macronutrientes entre grupos fenológicos de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. As barras verticais representam o desvio padrão. As letras representam diferenças significativas entre grupos fenológicos, em cada data de coleta, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). \triangle = sempre-verdes; \bullet = brevidecíduas; \blacksquare = decíduas.

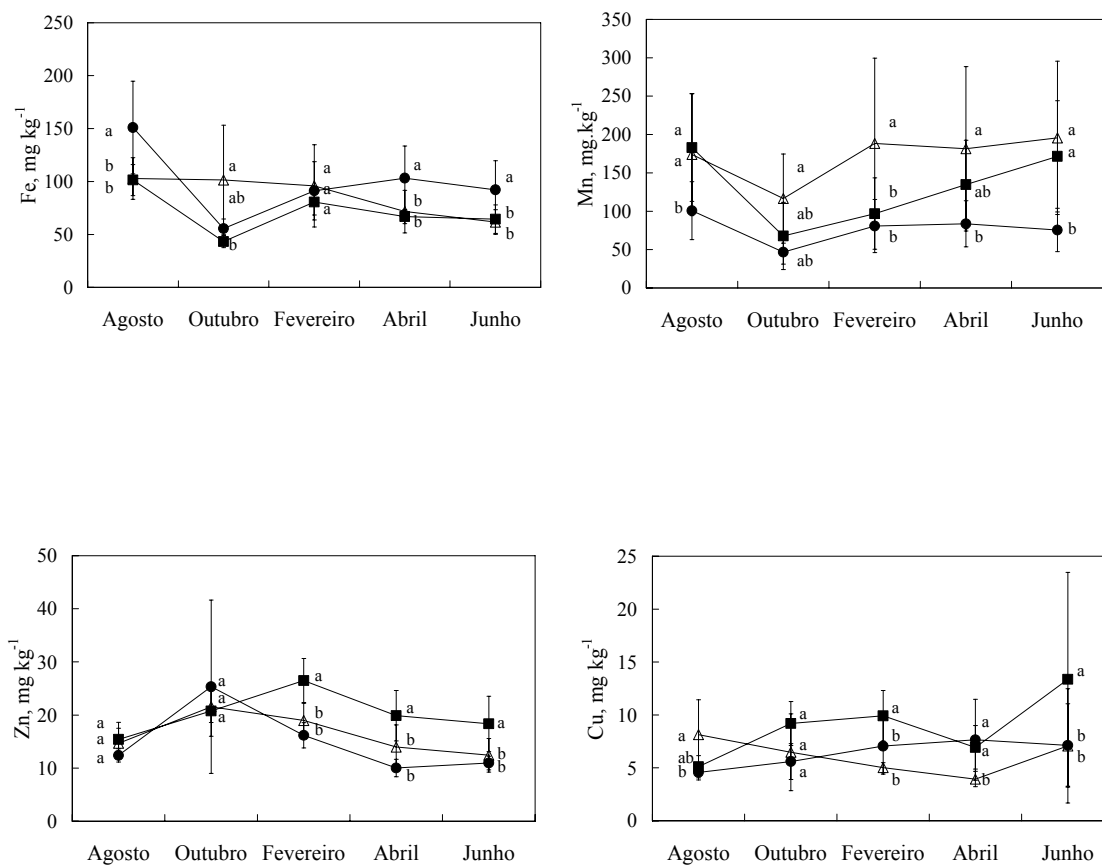


Figura 11. Variação sazonal na concentração foliar de micronutrientes entre grupos fenológicos de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. As barras verticais representam o desvio padrão. As letras representam diferenças significativas entre grupos fenológicos, em cada data de coleta, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). \triangle = sempre-verdes; \bullet = brevidecíduas; \blacksquare = decíduas.

Neste mês, 11 espécies apresentaram menores concentrações foliares de N (*Ouratea hexasperma*, *Schefflera macrocarpa*, *Sclerolobium paniculatum*, *Vochysia elliptica*, *Byrsonima crassa*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Caryocar brasiliense*, *Kielmeyera coriacea*, *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora* e *Stryphnodendron adstringens*) (Figura 12). A concentração foliar de N variou entre 0,52% em *Kielmeyera coriacea* no mês de agosto e 4,38% em *Guapira noxia* no mês de fevereiro. A variação entre as datas de coleta é maior para as espécies decíduas e brevidecíduas do que para as espécies sempre-verdes. As maiores concentrações foliares de N foram observadas nos meses de outubro e fevereiro.

De modo geral, as maiores concentrações foliares de P também foram encontradas entre os meses de outubro e fevereiro. A concentração foliar de K variou entre 0,15% em *Qualea parviflora* no mês de agosto e 2,31% em *Guapira noxia* no mês de outubro. A concentração foliar de K para a maioria das espécies foi maior no mês de outubro, época em que as folhas estão recentemente maduras, e menor no mês de agosto, época de e abscisão foliar. Citando exemplos, *Kielmeyera coriacea* apresentou concentração foliar de 0,16% no mês de agosto e 1,27% no mês de outubro (Figura 12). A concentração foliar de Ca apresentou padrão de variação sazonal, de maneira geral, diferente dos demais nutrientes, pois algumas espécies apresentaram maior concentração desse elemento no mês de agosto. A concentração foliar de Mg de maneira geral apresenta maiores valores em fevereiro (Figura 13).

Assim como para o Ca, a maioria das espécies apresentou maior concentração de Fe no mês de agosto, principalmente espécies brevidecíduas e decíduas. Todas as espécies decíduas apresentaram menor concentração de Fe em outubro (Figura 13). As menores concentrações de Mn, de maneira geral, também foram observadas no mês de outubro. As menores concentrações de Zn foram observadas no mês de junho, porém

existe pouca variação entre a concentração deste mês com abril para algumas espécies (Figura 14). As concentrações foliares de Cu e Al das espécies estudadas não variaram significativamente entre as datas de coleta.

O grupo de decíduas e brevidecíduas apresentaram maior concentração foliar de N, P e K no início da estação chuvosa e menores concentrações desses nutrientes no final da estação seca (Figura 10). O grupo de sempre-verdes, de maneira geral, não apresentou variação sazonal de N, P e K. A concentração foliar de Ca para os três grupos fenológicos foi menor no início da estação chuvosa. E a concentração foliar de Mg foi maior durante o mês de fevereiro (meio da estação chuvosa) também para os três grupos fenológicos. A concentração foliar de micronutrientes não apresentou variação sazonal significativa em termos de grupos fenológicos (Figura 11).

2.4 Área foliar específica

A área foliar específica das espécies estudadas foi medida em duas épocas do ano, abril (final da estação chuvosa) e junho (estação seca). A área foliar específica média total das espécies lenhosas do cerrado *sensu stricto* estudado foi $67,3 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$. Os valores médios de área foliar específica por espécie estão entre $33,8$ e $111 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$. A espécie que apresentou maior área foliar específica foi a brevidecídua *Dalbergia miscolobium*, e o menor valor foi apresentado pela sempre-verde *Schefflera macrocarpa* (Figura 15).

Houve variação significativa de área foliar específica entre os grupos fenológicos (Figura 16 A). O grupo de brevidecíduas foi o que apresentou maior área foliar específica ($83,5 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$), seguido pelo grupo de decíduas ($67 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$). A menor área foliar específica foi encontrada no grupo de sempre-verdes ($54 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$).

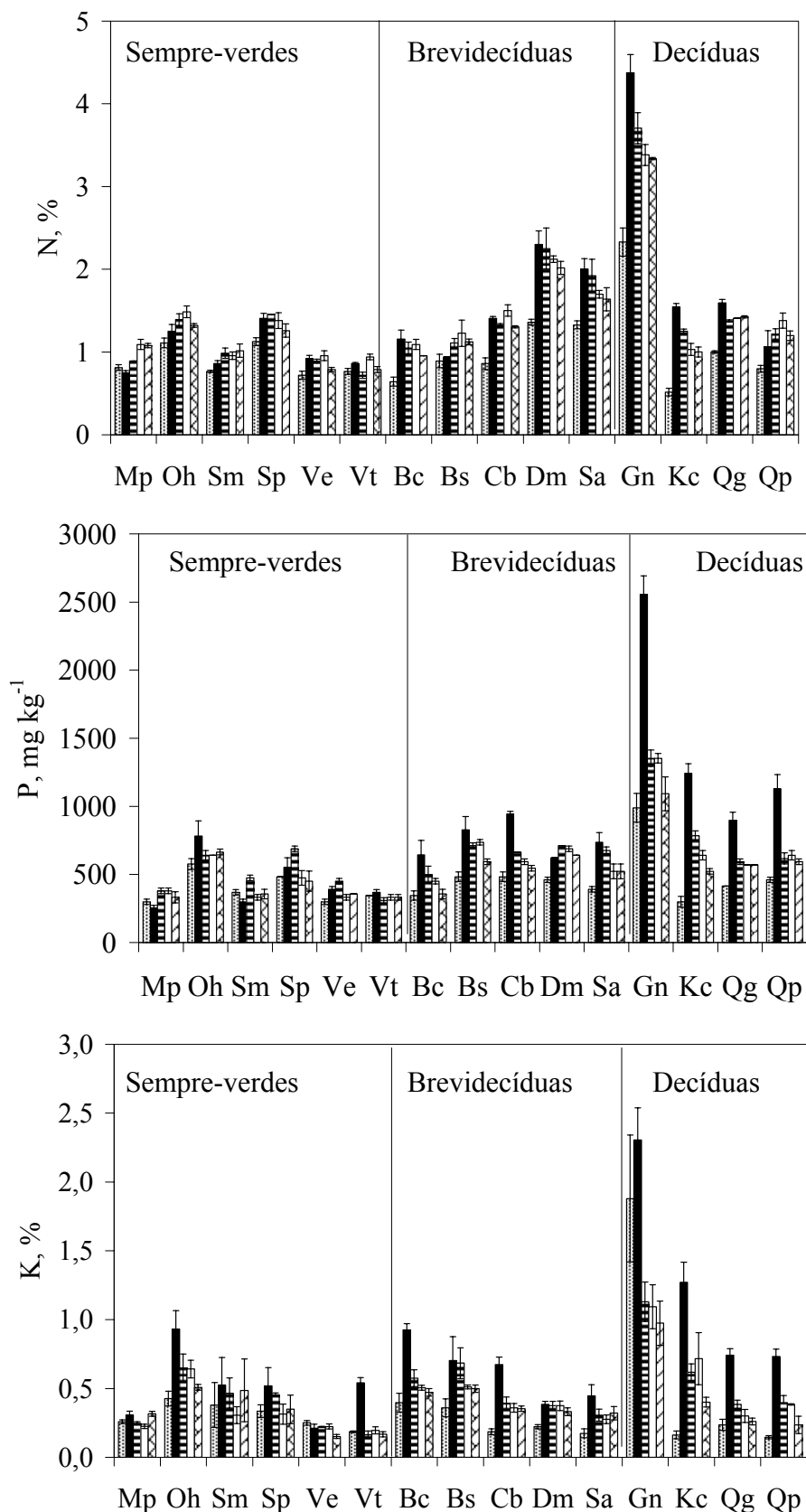


Figura 12. Variação sazonal na concentração foliar de N, P e K em espécies lenhosas do cerrado *sensu stricto* na Reserva ecológica do IBGE, Brasília. As barras verticais representam o desvio padrão. A ordem das colunas para cada espécie está de acordo com os meses de agosto, outubro, fevereiro, abril e junho respectivamente.

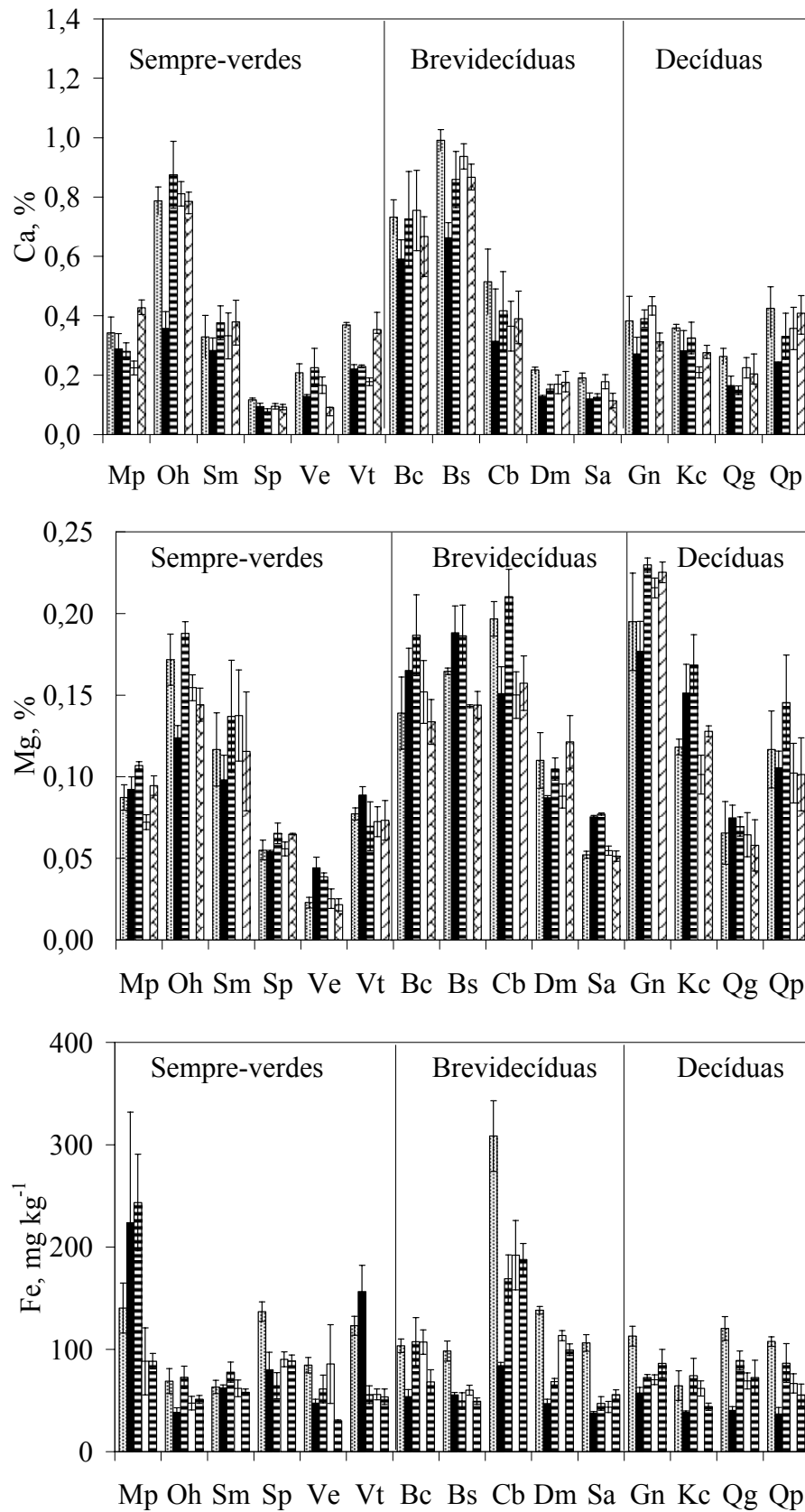


Figura 13. Variação sazonal na concentração foliar de Ca, Mg e Fe em espécies lenhosas do cerrado *sensu stricto* na Reserva ecológica do IBGE, Brasília. As barras verticais representam o desvio padrão. A ordem das colunas para cada espécie segue os meses de agosto, outubro, fevereiro, abril e junho.

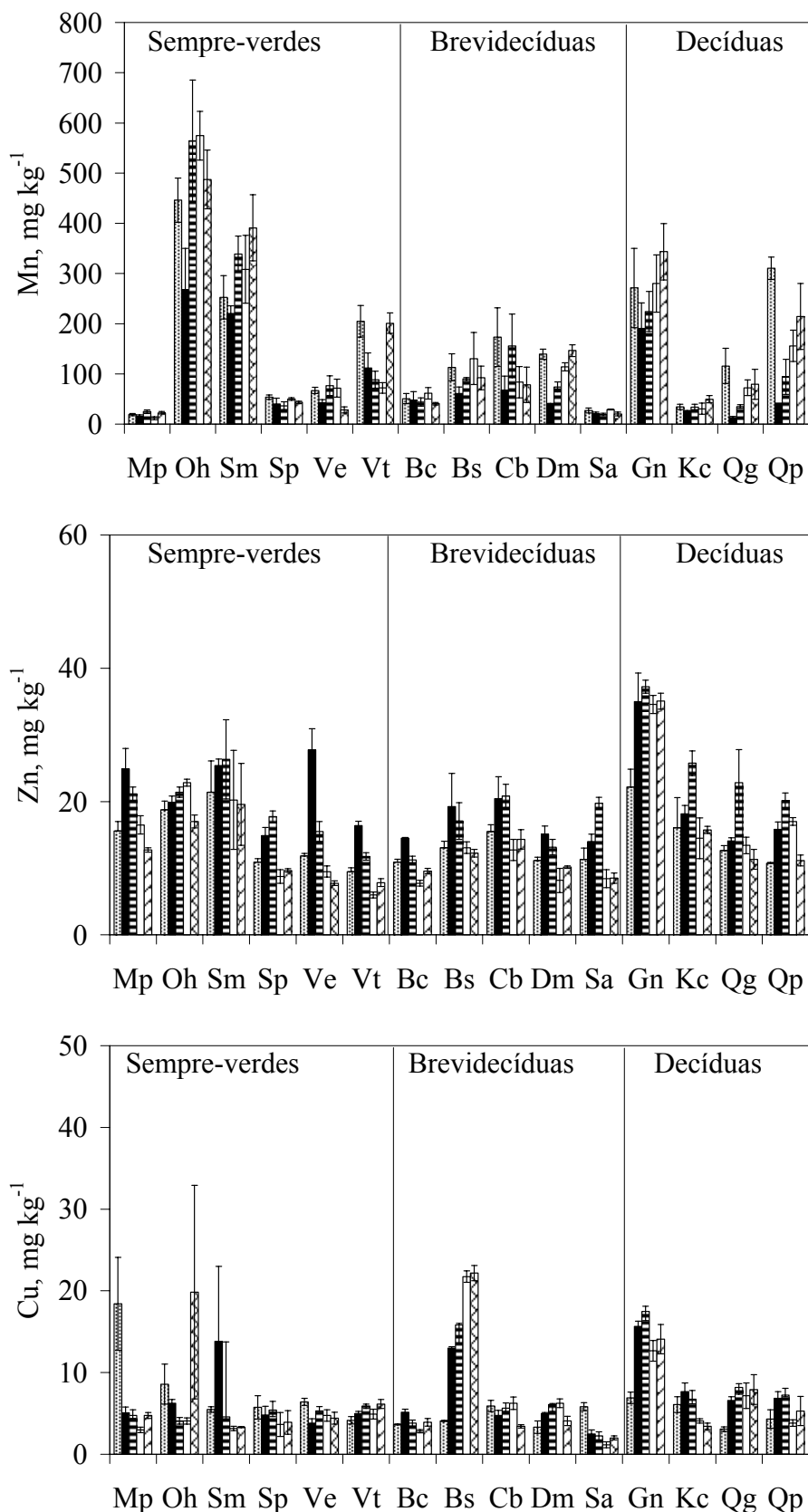


Figura 14. Variação sazonal na concentração foliar de Mn, Zn e Cu em espécies lenhosas do cerrado *sensu stricto*, Reserva ecológica do IBGE, Brasília. As barras verticais representam o desvio padrão. A ordem das colunas para cada espécie está de acordo com os meses de agosto, outubro, fevereiro, abril e junho respectivamente.

Não foram observadas diferenças significativas de área foliar específica entre os meses de abril e junho em termos de espécies e em termos de grupos fenológicos (Figura 15B e 16B respectivamente).

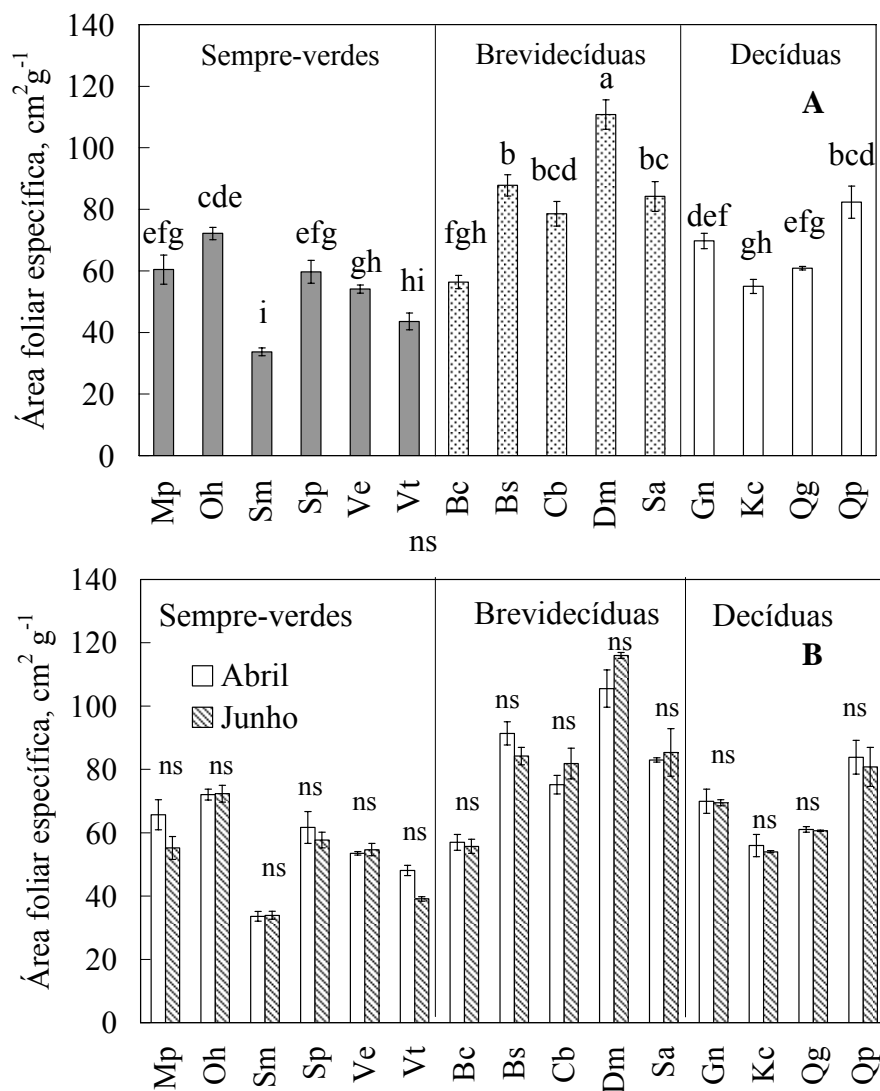


Figura 15. Área foliar específica de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. (A) = média das duas datas de coleta, as letras minúsculas representam diferenças significativas entre espécies, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); (B) = diferenças entre as datas de coleta, ns = não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam o desvio padrão. ■ = sempre-verdes; ▨ = brevidecíduas; e □ = decíduas.

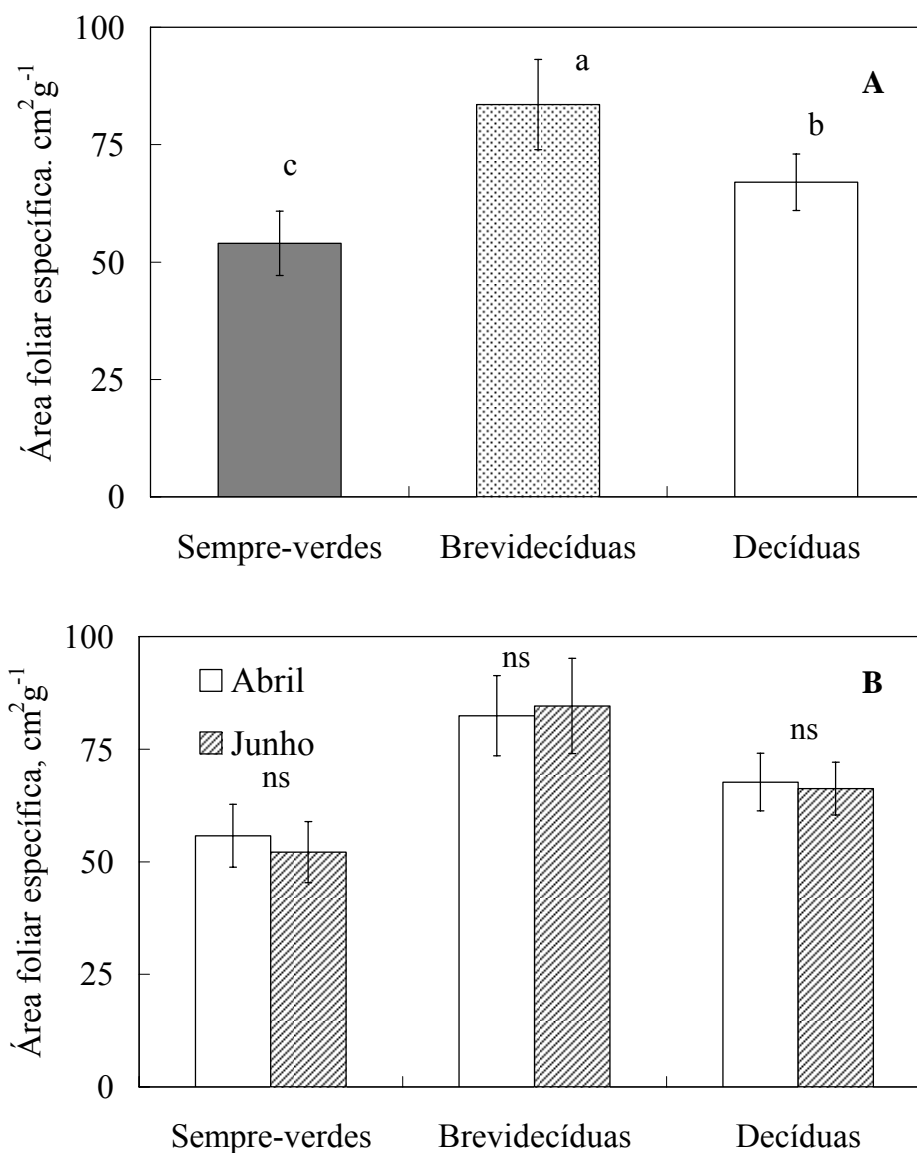


Figura 16. Área foliar específica de grupos fenológicos de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. (A) = média das duas datas de coleta, as letras minúsculas representam diferenças significativas entre grupos fenológicos, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); (B) = diferenças entre as datas de coleta, ns = não significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam o desvio padrão.

Discussão

1. Solos

Os resultados das análises químicas do solo de cerrado *sensu stricto* confirmaram a baixa fertilidade e acidez descrita para latossolos (Haridasan, 1994). Os valores de pH encontrados confirmam vários trabalhos realizados em solos de cerrado *sensu stricto*, os quais mostram baixos valores de pH tanto para o medido em água como para o medido em KCl, mostrando que os solos são fortemente ácidos (Medeiros, 1983; Ribeiro, 1983; Haridasan, 1987; Marimon Junior & Haridasan, 2005; Moreno, 2005).

As camadas superiores do perfil do solo, de maneira geral, apresentaram maior disponibilidade de nutrientes e de C orgânico principalmente devido à decomposição da camada de serapilheira e posterior mineralização dos elementos. Com exceção do Fe, os elementos minerais do solo apresentaram diferentes teores entre a estação seca e chuvosa. Os teores de N foram maiores na estação seca e os teores de C orgânico foram maiores na estação chuvosa. Os cátions trocáveis (Ca, Mg e K), de modo geral, apresentaram maior disponibilidade na estação chuvosa, bem como os teores dos micronutrientes, também devido à mineralização da serapilheira, que está em maior quantidade no fim da estação seca.

O maior teor de N (0,18%) obtido nesse trabalho na primeira camada de solo foi muito próximo ao obtido por Ribeiro (1983) em um cerrado *sensu stricto* do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, DF (CPAC, EMBRAPA) que foi 0,19%, sendo que Ribeiro (1983) também encontrou maior teor de N na estação seca. O teor de C orgânico foi menor do que o de 3,3% encontrado por Haridasan (1987) na primeira camada de solo de um cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa, DF (FAL), a qual faz divisa com a RECOR, porém nas camadas inferiores os valores tornam-se bem

próximos. Carbono-nitrogênio apresentaram uma correlação linear positiva. A relação linear positiva encontrada para C e N é esperada, pois a proporção carbono-nitrogênio, que em média é de 12:1 e no presente trabalho foi, em média, 14:1, não varia muito em solos. Essa proporção C/N no solo é importante no controle do N disponível e na manutenção da matéria orgânica do solo, que depende do nível de N devido à constância da proporção C/N nos solos (Brady & Weil, 1999).

Os teores de P obtidos foram muito baixos, não alcançando 3 mg kg^{-1} . Na pesquisa de Lopes & Cox (1977), realizada em uma área de 600.000 km^2 de cerrado no Brasil Central, com 518 amostras compostas de solo, em 92% de suas amostragens os valores de P foram menores que 2 mg kg^{-1} . A baixa solubilidade de P é a principal causa da deficiência de P disponível no solo para plantas (Black, 1967). E de acordo com Lopes & Cox (1977), a baixa disponibilidade de P é provavelmente a principal limitação para cultivares em solos de cerrado.

Os teores de Ca, Mg e K encontrados foram baixos assim como os encontrados por Lopes & Cox (1977). Os teores de P, Ca, Mg e K encontrados no presente trabalho confirmam a baixa disponibilidade de nutrientes descrita em solos de cerrado (Lopes & Cox, 1977; Haridasan, 1994). Altos teores de Al foram encontrados nas duas épocas de coleta assim como nos trabalhos realizados por Medeiros (1983), na FAL, Ribeiro (1983), Haridasan (1987) e Marimon Junior & Haridasan (2005). Na medida em que aumenta o pH diminuem os teores de Al e foi encontrado que mais de 95% das variações de Al foram explicadas pela variação do pH ($R^2 = 0,967$ e $0,987$, estação chuvosa e seca respectivamente). De acordo com Black (1967), em valores de pH abaixo de 5, o Al compreende mais de 40% dos cátions trocáveis.

O Fe apresentou altos teores (73 mg kg^{-1}), corroborando o trabalho de Lopes & Cox (1977), que mostrou altos teores de Fe no solo alcançando 74 mg kg^{-1} , e de acordo

com esses autores, em solos de Cerrado não se encontra deficiência em Fe. O valor de Mn na camada superior do solo ($2,8 \text{ mg kg}^{-1}$, na estação seca) foi bem menor do que $19,1 \text{ mg kg}^{-1}$ encontrado por Ribeiro (1983) na mesma estação, porém foram aproximados a $3,5 \text{ mg kg}^{-1}$ encontrado por Silva (1990) e 4 mg kg^{-1} encontrado por Borgatto (1994). Já os valores de Zn encontrados em junho foram bem parecidos aos encontrados por Ribeiro (1983) em maio. Os valores de Cu foram menores que os encontrados em outros trabalhos como Ribeiro (1983), Silva (1990), Borgatto (1994) e Marimon Junior & Haridasan (2005).

2. Análises foliares

A concentração foliar de N variou de 0,52 a 4,38% nas espécies estudadas, onde o maior valor encontrado foi para a espécie *Guapira noxia*. Bustamante *et al.* (2004) também encontraram altos valores de N para esta espécie e também para outra do mesmo gênero (*Guapira graciliflora*) em área de cerrado *sensu stricto* na RECOR, e em áreas de cerrado denso, encontrou valores ainda maiores do que no cerrado *sensu stricto* para *Guapira noxia*. Seria esperado que a espécie *Dalbergia miscolobium* apresentasse maior concentração foliar de N, já que é conhecida espécie fixadora de nitrogênio (Causin & Bustamante, 1997). Não foram encontrados registros sobre fixação de nitrogênio em *Guapira noxia* e esta espécie nem ao menos é leguminosa, deixando em aberto pesquisas para investigar o fato desse gênero apresentar altas concentrações de N. *Dalbergia miscolobium* também apresentou valores elevados de N, bem como a leguminosa *Stryphnodendron adstringens*, não fixadora de N (Sprent *et al.* 1996). Borgatto (1994) e Nardoto *et al.* (2006) também encontraram altas concentrações de N para essas espécies leguminosas.

O grupo de espécies sempre-verdes apresentou menores concentrações foliares de N e P, fato também observado por Montes & Medina (1977), Franco *et al.* (2005) e

Nardoto *et al.* (2006). No entanto, Franco *et al.* (2005) apesar de terem estudado espécies decíduas e brevidecíduas, agruparam as espécies em um único grupo de decíduas. Nardoto *et al.* (2006), apesar de significativa, não encontrou larga diferença na concentração foliar de N e P entre os grupos de decíduas, brevidecíduas e sempre-verdes. As concentrações foliares de N e P foram positivamente e significativamente correlacionadas (Figura 17). Franco *et al.* (2005) e Nardoto *et al.* (2006) também encontraram correlação linear positiva entre as concentrações de N e P, bem como Wright *et al.* (2001), que observou forte associação nas concentrações foliares de N e P em locais secos e fraca associação em locais úmidos. Correlações entre N e P refletem sua associação na bioquímica da planta, particularmente na síntese de proteínas (Garten Jr., 1976). Aerts & Chapin (2000) definiram valores de N/P superiores à 16 como limitação de P, e a razão média de N/P encontrada no presente trabalho foi 23, indicando uma forte limitação de P para as espécies lenhosas estudadas, o que está associado à baixa disponibilidade de P encontrada nas análises de solo. Este resultado de limitação de P também foi observado por Nardoto *et al.* (2006), que obteve razão N/P igual a 18.

As concentrações foliares de Ca e Mg também foram positivamente e significativamente correlacionadas, estando associada com a deficiência desses dois elementos em solos ácidos (Figura 18). As concentrações desses elementos podem ser correlacionadas devido à similaridade em suas propriedades químicas, pois dividem o mesmo estado de valência e os seus mecanismos de absorção pela membrana celular são provavelmente similares (Garten Jr, 1976). Devido ao fato de *Guapira noxia* apresentar valores discrepantes, também foram realizadas correlações dos nutrientes sem os valores dessa espécie.

As espécies decíduas apresentaram maior concentração foliar para os macronutrientes N, P e K. Villar *et al.* (2006), analisando espécies lenhosas de diferentes famílias, encontraram maior concentração mineral nas espécies decíduas, apesar das diferenças entre sempre-verdes e decíduas terem sido pequenas, e encontraram que a filogenia explica em 50 a 85% a variação na composição química das espécies, concluindo que nesse caso a filogenia foi um fator mais importante que o grupo funcional para explicar composição química.

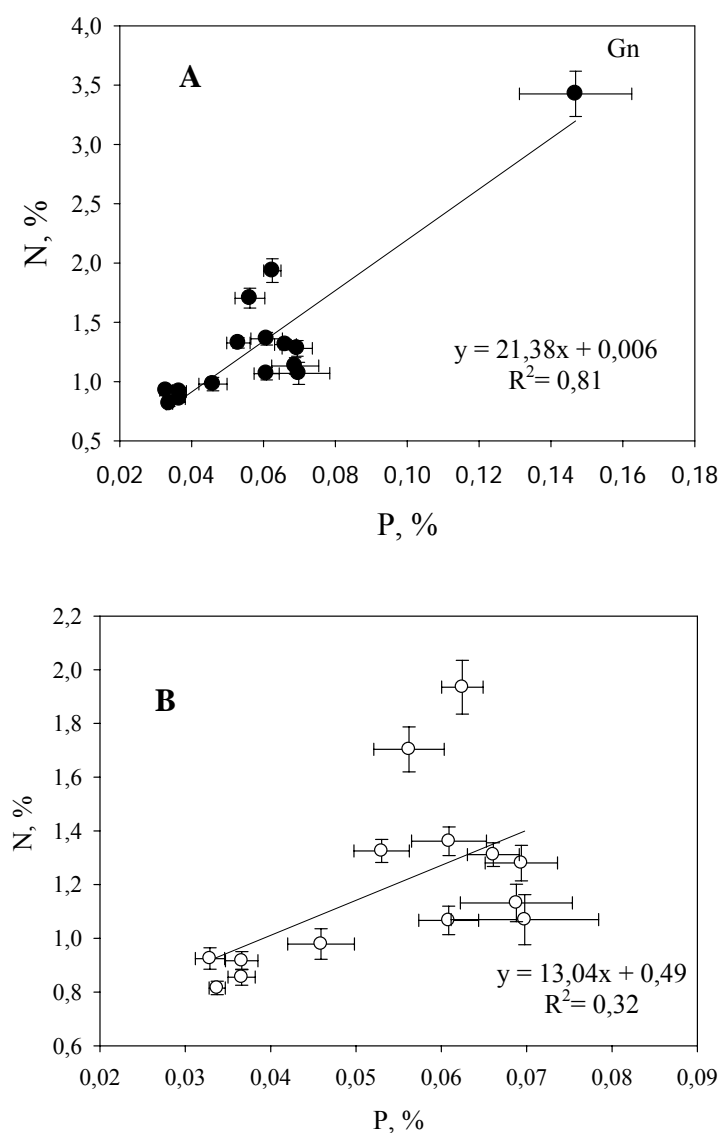


Figura 17. Correlação entre as concentrações foliares médias de N e P de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, com (A) e sem *G. noxia* (B) As barras representam o erro padrão da média (n=15).

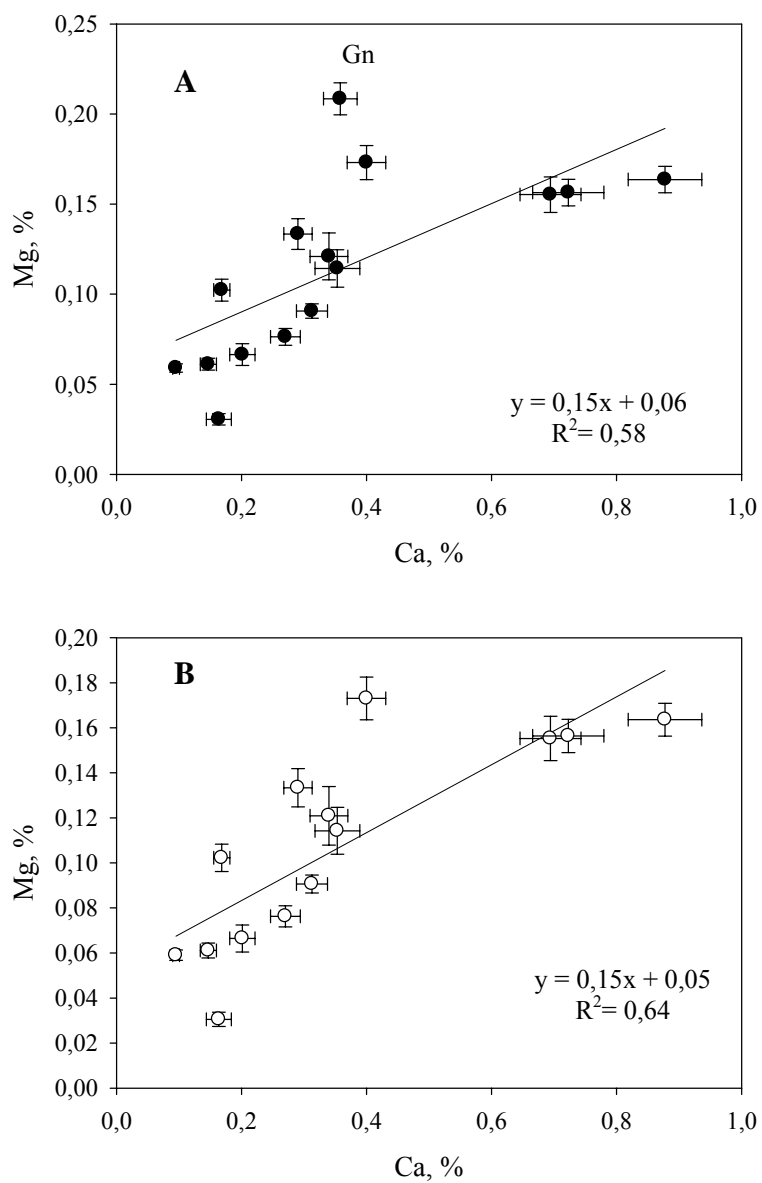


Figura 18. Correlação entre as concentrações foliares médias de Ca e Mg de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, com (A) e sem *G. noxia* (B). As barras representam o erro padrão da média (n=15).

Dentre os macronutrientes, N, P, K e Mg apresentaram menores concentrações foliares no grupo de sempre-verdes e a possível explicação seria a maior longevidade foliar deste grupo, onde as folhas têm longevidade mínima de um ano e, dentre as espécies sempre-verdes escolhidas, três apresentam alta longevidade foliar (*Schefflera macrocarpa* – 18 meses (Franco *et al.* 2005); *Miconia pohliana* – 24 meses; *Vochysia thyrsoidea* – superior a três anos). Porém, não foram analisadas folhas do segundo ano no presente trabalho, então para uma conclusão mais apurada, teriam que ter sido coletadas separadamente as folhas dos anos anteriores que ainda estivessem presentes no indivíduo. A menor concentração foliar desses nutrientes nas espécies sempre-verdes pode estar associada ao fato que elas possuem um maior custo de manutenção da folha e pelo fato das espécies decíduas apresentarem maior eficiência no uso de nutrientes (Sobrado, 1991). De modo geral o grupo de sempre-verdes não apresentou maiores valores de concentração foliar para nenhum nutriente em comparação aos demais grupos.

A menor concentração foliar de alguns nutrientes, observada no mês de agosto de 2005, pode estar associada à ao fato de que, nesse mês, a maioria das espécies encontra-se em época de abscisão foliar, ou seja, indica pode ter ocorrido translocação de nutrientes para outras partes da planta. Destacando-se N, P, K, que são elementos moveis que podem ser facilmente retranslocados de uma parte da planta para outra, pode ser observado a baixa concentração foliar no mês de agosto, maiores concentrações em outubro, época em que as folhas se encontravam recentemente maduras para a maioria das espécies, e nos meses seguintes a concentração foliar vai diminuindo até junho. Já no caso da concentração foliar de Ca, o qual é um elemento de difícil translocação, o mês de outubro apresentou os menores valores. Os

micronutrientes não seguiram um mesmo padrão de variação sazonal, tendo que ser analisado o caso separado de cada um.

Os resultados de sazonalidade na concentração de nutrientes confirmam a segunda hipótese de que as concentrações foliares de nutrientes variam ao longo de um ano devido à diferenças nos padrões de produção e queda de folhas. A sazonalidade na concentração dos nutrientes pode estar associada com a capacidade de reabsorção do nutriente pela planta, pois N, P são amplamente retirados de folhas senescentes antes da abscisão e também devido a lixiviação de K das folhas. Já a concentração de Ca não variou entre os meses. Villela & Lacerda (1992) também chegaram à conclusão de que a sazonalidade na concentração de nutrientes pode estar mais relacionada com os mecanismos de absorção e translocação dos elementos associados à idade foliar do que com variações ambientais ao longo do ano.

As espécies brevidecíduas apresentaram maior área foliar específica, seguido pelas decíduas, e as sempre-verdes apresentaram menor área foliar específica. Este resultado está de acordo com o encontrado por Silva (2001) que analisou parâmetros foliares de espécies lenhosas de três fitofisionomias do Cerrado que formam um gradiente de vegetação (cerrado *sensu stricto*, cerrado denso e campo sujo) e encontrou uma menor área foliar específica para espécies sempre-verdes e maior para as espécies brevidecíduas. O fato das espécies sempre-verdes terem apresentado menor área foliar específica pode estar associado ao fato de algumas dessas espécies possuírem uma maior longevidade foliar. Folhas com maior longevidade geralmente apresentam menores valores de área foliar específica e folhas com menor longevidade (fenologia decídua) geralmente apresentam área foliar específica mais elevada (Reich *et al.*, 1991). Reich *et al.* (1991), Reich *et al.* (1992) e Reich (1993) mostraram que área foliar específica tem correlação com a longevidade das folhas, onde o valor de área foliar

específica decresce com o aumento da longevidade foliar. Provavelmente espécies com baixa área foliar específica investem mais em massa por unidade de área, na construção foliar com maior longevidade (Reich *et al.*, 1997 ; Westoby *et al.*, 2000).

Comparando os valores do presente trabalho com Silva (2001) algumas espécies, tais como *O. hexasperma*, *B. crassa*, *B. salicifolius* e *K. coriacea*, apresentaram valores parecidos, porém as demais espécies apresentaram maiores valores do que Silva (2001). Entretanto a maioria dos valores de área foliar específica está dentro da faixa de valores encontrados por Silva (2001). O fato dos valores de área foliar específica serem diferentes pode ser justificado, pois a área foliar específica depende dos indivíduos e das folhas escolhidos para cada espécie. Silva (2001) encontrou uma área foliar específica média para folhas de cerrado *sensu stricto* de $64,77 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, e a área foliar específica média encontrada pelo presente trabalho para o cerrado *sensu stricto* foi de $67,3 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$.

No estudo de Saraceno (2006) realizado em uma área de cerrado *sensu stricto* da RECOR, foi encontrada para a espécie *Caryocar brasiliense* uma área foliar específica média entre $73,9$ e $83,9 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, para *Ouratea hexasperma* valores médios de área foliar específica entre $78,7$ e $82,4 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, para *Qualea parviflora* valores médios entre $91,9$ e $101,8 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ e para *Blepharocalyx salicifolius* uma área foliar específica média de 103 a $106 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$. Apenas a área foliar específica de *Caryocar brasiliensis* ($78,5 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$) encontra-se dentro da faixa de valores, as três outras espécies possuem área foliar específica abaixo da faixa encontrada por Saraceno (2006).

De modo geral a área foliar específica foi positivamente correlacionada com N (Figura 19) e P (Figura 20), devido ao fato de *Guapira noxia* se destacar com altos valores de N e P, saindo dos padrões de concentração foliar das demais espécies, foi considerada a correlação de área foliar específica com N e P sem as concentrações foliares dessa espécie (Figuras 19 e 20 B respectivamente). Este resultado de associação

positiva entre área foliar específica e N e entre área foliar específica e P também foi encontrado por Wright *et al.* (2001) quando analisou 79 espécies em habitats com altos e baixos teores de nutrientes e alta e baixa quantidade de chuvas. Não foi encontrada correlação significativa entre a área foliar específica e os demais nutrientes analisados.

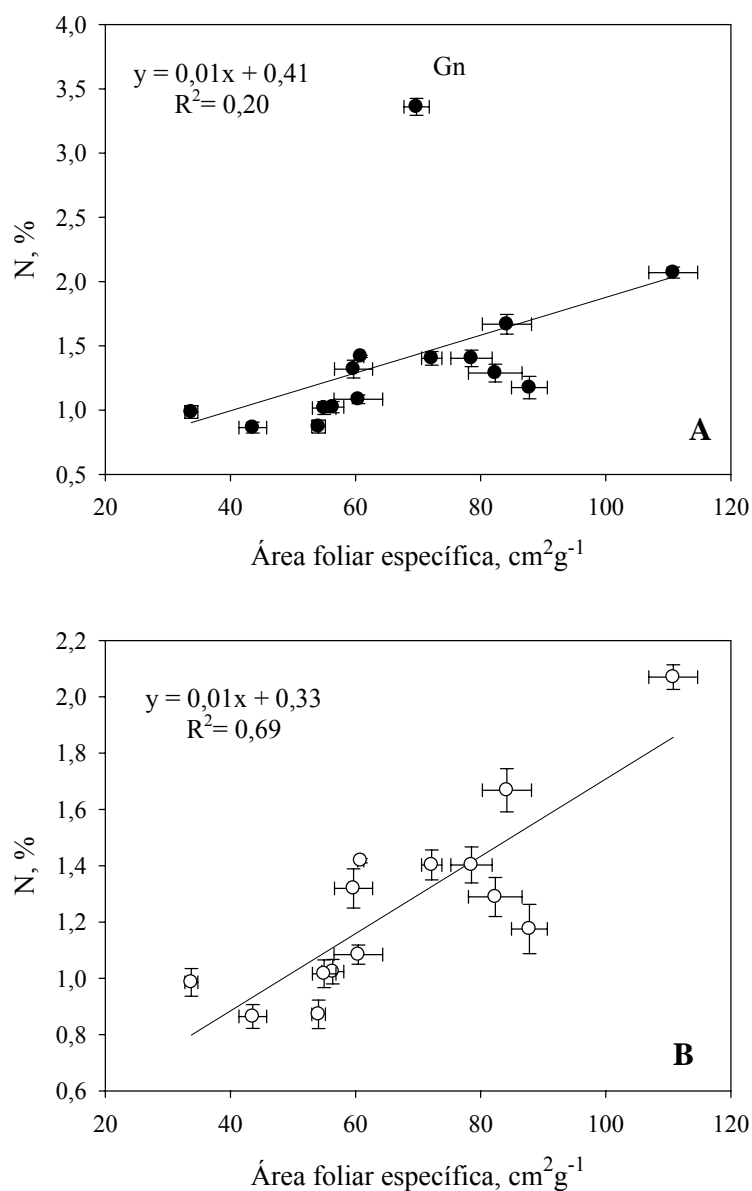


Figura 19. Correlação entre área foliar específica e a concentração foliar de N nos meses de abril e junho em espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, com (A) e sem *G. noxia* (B). As barras representam o erro padrão da média (n=6).

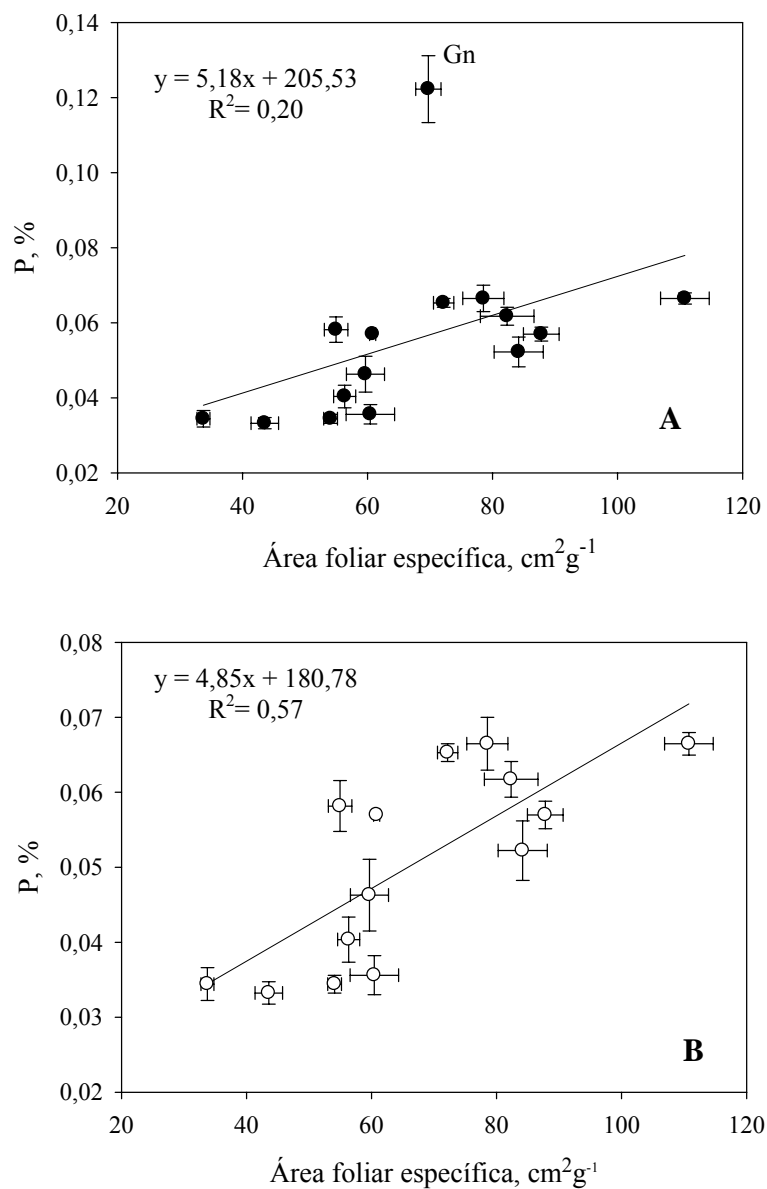


Figura 20. Correlação entre área foliar específica e a concentração foliar de P nos meses de abril e junho em espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, com (A) e sem *G. noxia* (B). As barras representam o erro padrão da média (n=6).

Conclusões

As espécies com deciduidade apresentaram maior concentração foliar de macronutrientes que as espécies sempre-verdes, corroborando a primeira hipótese de que as espécies sempre-verdes apresentariam menor concentração foliar de nutrientes devido à maior longevidade das folhas. Espécies brevidecíduas tiveram menores concentrações de N e P que espécies decíduas e maiores concentrações de N, P, Ca e Mg que as sempre-verdes, ou seja, existem diferenças não só entre espécies decíduas e sempre-verdes, mas também entre espécies decíduas com diferentes períodos de deciduidade. Foi observado que variações inter-específicas na concentração de nutrientes superam as variações entre grupos fenológicos.

As espécies decíduas e brevidecíduas apresentaram maior variação sazonal, com maior concentração foliar de N, P e K no início da estação chuvosa, que as espécies sempre-verdes estando de acordo com a segunda hipótese levantada. Mecanismos de retranslocação de nutrientes devem explicar a variação sazonal na concentração foliar de nutrientes que são de fácil translocação, pois de modo geral, as menores concentrações foram encontradas no final da estação seca, época de abscisão foliar.

A menor área foliar foi encontrada para as espécies sempre-verdes corroborando a terceira hipótese levantada de que as espécies sempre-verdes apresentariam menor área foliar específica devido à maior longevidade das folhas. As espécies brevidecíduas apresentaram maior área foliar específica que as decíduas. A área foliar específica apresentou correlação linear positiva com as concentrações foliares de N e P.

Seria importante analisar separadamente as folhas dos anos anteriores que ainda estivessem no indivíduo, para um estudo mais aprofundado sobre a relação de longevidade e concentração foliar de nutrientes nas espécies sempre-verdes. Também

seriam interessantes estudos mais aprofundados sobre os padrões nutricionais da espécie *Guapira noxia*.

Referências Bibliográficas

- ABDALA, G.C., CALDAS, L.S., HARIDASAN, M. & EITEN, G. 1998. Above and below-ground organic matter and root-shoot ratio in a cerrado in central Brazil. *Brazilian Journal of Ecology* **2**:11-23.
- AERTS, R. & CHAPIN, F. S. 2000. The mineral nutrition of wild plants revisited: a re-evaluation of processes and patterns. *Advances in Ecological Research* **30**:1-67.
- ALLEN, S.E. 1989. *Chemical analysis of ecological materials*. 2 ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 368p.
- ARAUJO, G. 1984. Comparação do estado nutricional de dois cerradões em solos distrófico e mesotrófico no planalto central do Brasil. Dissertação de Mestrado. Departamento de Biologia Vegetal Universidade de Brasília. 130p.
- BLACK, C.A. 1967. *Soil-plant relationships*. 2. ed. John Wiley Sons Inc, New York. 792p.
- BRADY, N.C. & WEIL, R.R. 1999. *The nature and properties of soil*. New Jersey: Prentice Hall, Inc. 881p.
- BORGATTO, D.F. 1994. Estado nutricional da regeneração de espécies arbóreas de um cerrado submetido a corte e queima. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasilia 104p.
- BUSTAMANTE, M.M.C., MARTINELLI, L.A., SILVA, D.A., CAMARGO, P.B., KLINK, C.A., DOMINGUES, T.F. & SANTOS, R.V. 2004. ¹⁵N natural abundance in woody plants and soils of Central Brazilian savannas (cerrado). *Ecological Applications* **14**(4): 200-213.
- CALDAS, L.S., BRAVO, C., PICCOLO H. & FARIA, C.R.S. M. 1992. Measurement of leaf area with a hand-scanner linked to a microcomputer. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* **4**(1): 17-20.
- CASTRO, A.A.J.F., MARTINS, F.R., TAMASHIRO, J.Y. & SHEPHERD, G.J. 1999. How rich is the flora of the Brazilian cerrados? *Annals of the Missouri Botanical Garden* **86**:192-224.
- CAUSIN, H.F., BUSTAMANTE, M.M.C. 1997. A comparative study of different nitrogen fractions in three woody species of the cerrado. In: LEITE, L.L. & SAITO, C.H. (eds). *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado*. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília. p. 41-48.

- COUTINHO, L.M. 1979. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. III. A precipitação atmosférica de nutrientes minerais. *Revista Brasileira de Botânica* **2**:97-101.
- COUTINHO, L.M. 1990. Fire in the ecology of brasilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J.G. (ed.). *Fire in the tropical biota: ecological processes and global challenges*. Springer-Verlag, New York p. 82-105.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of central Brazil. *Botanical Review* **38**: 201-341.
- EITEN, G. 1982. Brazilian "Savannas". *Ecology of Tropical Savannas* **42**: 25-47.
- EITEN, G. 1994. Vegetação do Cerrado. In: NOVAES PINTO, M. (org). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Editora Universidade de Brasília, Brasília. p. 17-73.
- EITEN, G. 2001. *Vegetação natural do Distrito Federal*. SEBRAE/Editora Universidade de Brasília, Brasília. 162p.
- EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análises do solo*. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, Rio de Janeiro.
- EPSTEIN, E. & BLOOM, A.J. 2005. *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives*. 2. ed. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts. 400p.
- FRANCO, A.C. 1998. Seasonal patterns of gas exchange, water relations and growth of *Roupala montana*, an evergreen savanna species. *Plant Ecology* **136**: 69-76
- FRANCO, A.C., BUSTAMANTE, M., CALDAS, L. S., GOLDSTEIN, G., MEINZER, F.C., KOZOVITS, A.R., RUNDEL, P. & CORADIN, V.T.R. 2005. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. *Trees* **19**: 326-335.
- GARTEN JR., C.T. 1976. Correlations between concentrations of elements in plants. *Nature* **261**:686-688.
- GOEDERT W.J. 1987. *Solos dos Cerrados*. Embrapa-CPAC/ Nobel, Planaltina.
- HARIDASAN, M. 1987. Distribution and mineral nutrition of aluminium accumulating species in different plant communities of the cerrado region of central Brazil. pp. 309 -348. In: SAN JOS, J.J., MONTES, R. (eds.) *La Capacidad Bioproductiva de Sabanas*. I.V.I.C., Caracas, Venezuela. 545p.
- HARIDASAN, M. 1992. Impactos de processos ecológicos: Estresse Nutricional. In: DIAS, B. F. S (coord.) *Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais*. Brasília, Fundação Pró-Natureza, Inst. Brasil do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. IBAMA, p. 27-30.

- HARIDASAN, M. 1994. Solos do Distrito Federal. In: Novaes-Pinto, M. (ed.) *Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas - O caso do Distrito Federal*. 2^a ed. Editora Universidade de Brasília/SEMATEC, Brasília. p. 321-344.
- HARIDASAN, M. 2000. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado: grupos funcionais. In: CAVALCANTI, T. B., WALTER, B. M. T. (org) *Tópicos atuais em Botânica*. Sociedade Botânica do Brasil & EMBRAPA-CENARGEN, Brasília, DF. 400p.
- HARIDASAN, M. 2005. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. p. 167-178. In: Scariot, A.; Felfili, J. M.; Sousa-Silva, J. C. (eds.) *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 439p.
- HOFFMANN, W.A., FRANCO, A.C., MOREIRA, M.Z. & HARIDASAN, M. 2005. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. *Functional Ecology* **19**: 932-940.
- JACKSON, P.C., MEINZER, F.C., BUSTAMANTE, M., GOLDSTEIN, G., FRANCO, A., RUNDEL, P.W., CALDAS, L., IGLER, E. & CAUSIN, F. 1999. Partitioning of soil water among tree species in Brazilian Cerrado ecosystem. *Tree Physiology* **19**: 717-724.
- KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* **1**(1): 147-155.
- LOPES, A.S. & COX, F.R. 1977. A survey of the fertility status of surface soils under "Cerrado" vegetation in Brazil. *Soil Science Society of America Journal* **41**(4): 742-747.
- MAIA, J.M.F. 1999. Variações sazonais das relações fotossintéticas, hídricas e crescimento de *Caryocar brasiliense* e *Rapanea guianensis* em um cerrado *sensu stricto*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília.
- MARIMON JUNIOR, B.H. & HARIDASAN, M. 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* **19**(4) 913-926.
- MEDEIROS, R.A. 1983. Comparação do estado nutricional de algumas espécies acumuladoras e não acumuladoras de alumínio, nativas do Cerrado. Dissertação de Mestrado. Departamento de Biologia Vegetal. Universidade de Brasília 91p.

- MEZIANE, D. & SHIPLEY, B. 2001. Direct and Indirect Relationships Between Specific Leaf Area, Leaf Nitrogen and Leaf Gas Exchange. Effects of Irradiance and Nutrient Supply. *Annals of Botany* **88**: 915-927.
- MONTES, R & MEDINA, E. 1977. Seasonal changes in nutrient content of leaves of savanna trees with different ecological behavior. *Geo-Eco-Trop* **4**:295-307.
- MORENO, M.I.C. 2005. Estado nutricional de espécies lenhosas e disponibilidade de nutrientes no solo e na serapilheira em diferentes fitofisionomias do Cerrado na região do Triângulo Mineiro. Tese de Doutorado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília 109p.
- NARDOTO, G.B., BUSTAMANTE, M.M.C., PINTO, A.S. & KLINK, C.A. 2006. Nutrient use efficiency at ecosystem and species level in savanna áreas of Central Brazil and impacts of fire. *Journal of Tropical Ecology* **22**: 191-201.
- OLIVEIRA, E.L. 2005. Fenologia, demografia foliar e características foliares de espécies lenhosas de um cerrado sentido restrito no Distrito Federal e suas relações com condições climáticas. Tese de Doutorado. Departamento de Ecologia Universidade de Brasília. 134p.
- POORTER, H. & GARNIER, E. 1999. Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components. *Handbook of Functional Plant Ecology* (eds F.I. Pugnaire & F. Valladares), pp. 81–120. Marcel Dekker, Inc., New York.
- RATTER, J.A. & DARGIE, T.C.D. 1992. An analyses of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Edinb Journal of Botany* **49**(2): 235-250
- RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. & BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* **80**: 223-230
- REICH, P.B., 1993. Reconciling apparent discrepancies among studies relating life span, structure and function of leaves in contrasting plant life forms and climates: “the blind men and the elephant retold”. *Functional Ecology* **7**(6): 721-725.
- REICH, P.B., & WALTERS, M.B. & ELLSWORTH, D.S 1992. Leaf lifespan in relation to leaf plant and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecological monographs* **62**: 365-392.
- REICH, P.B., WALTERS, M.B. & ELLSWORTH, D.S. 1997. From tropics to tundra: Global convergence in plant functioning. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **94**: 13730-13734.

- REICH, P.B., UHL, C., WALTERS, M.B. & ELLSWORTH, D.S. 1991. Leaf lifespan as a determinant of leaf structure and function among 23 Amazonian tree species. *Oecologia* **86**: 16-24.
- RIBEIRO, J.F. 1983. Comparação da concentração de nutrientes na vegetação arbórea e nos solos de um cerrado e um cerradão no Distrito Federal, Brasil. Dissertação de Mestrado. Departamento de Biologia Vegetal Universidade de Brasília 87p.
- SARACENO, M.I. 2006. Efeitos da fertilização a longo prazo no metabolismo fotossintético, nas características foliares e no crescimento em árvores do Cerrado. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia Universidade de Brasília 54p.
- SAS 2006. The SAS – System for Windows, Release 9.3, SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- SILVA, D.A. 2001. Comparação de características foliares de espécies lenhosas entre cerrado denso, cerrado *sensu stricto* e campo sujo na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília (DF). Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília 72p.
- SILVA, F.C. 1990. Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies arbóreas de um cerrado. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília 80p.
- SILVA JÚNIOR, M.C. 2005. *100 árvores do cerrado - guia de campo*. 1º volume. 1º edição. Rede de Sementes do Cerrado. Brasília. 278 p.
- SOBRADO, M.A. 1991. Cost-benefit relationships in deciduous and evergreen leaves of tropical dry forest species. *Functional Ecology* **5**(5): 608-616.
- SPRENT, J.I., GEOGHEGAN, I.E., WHITTY, P.W. & JAMES, E.K. 1996. Natural abundance of ¹⁵N and ¹³C in nodulated legumes and other plants in the cerrado and neighbouring regions of Brazil. *Oecologia* **105**: 440-446
- STOCKING, C.R., & ONGUN, A. 1962. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. *American Journal of Botany* **49**: 284-289.
- VILE, D. GARNIER, E., SHIPLEY, B., LAURENT, G., NAVAS, M.L., ROUMET, C., LAVOREL, S., DI'AZ, S., HODGSON, J., LLORET, F., MIDGLEY, G.F., POORTER, H., RUTHERFORD, M.C., WILSON, P.J. & WRIGHT, I.J. 2005. Specific Leaf Area and Dry Matter Content Estimate Thickness in Laminar Leaves. *Annals of Botany* **96**: 1129–1136.

- VILLAR, R. & MERINO, J. 2001. Comparison of leaf construction costs in woody species with differing leaf life-spans in contrasting ecosystems. *New Phytologist* **151**: 213-226.
- VILLAR, R., ROBLETO, J.R., JONG, Y. & POORTER, H. 2006. Differences in construction costs and chemical composition between deciduous and evergreen woody species are small as compared to differences among families. *Plant, Cell and Environment* **29**(8): 1629-1643.
- VILLELA, D.M. & LACERDA, L.D. 1992. Dinâmica de elementos minerais em folhas de duas espécies arbóreas do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* **52**(1):151-160.
- WALKLEY, J. & BLACK, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* **37**: 29-38.
- WESTOBY, M., WARTON, D. & REICH, P.B. 2000. The time value of leaf area. *The American Naturalist* **155**(5): 649-656.
- WRIGHT, I.J., REICH, P.B. & WESTOBY, M. 2001. Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high-and-low-rainfall and high and low-nutrient habitats. *Functional Ecology* **15**:423-434.

ANEXOS

Tabela I. Propriedades químicas do solo de um cerrado *sensu stricto* na Reserva do Roncador, Brasília (DF). Entre parênteses o desvio padrão. Letras minúsculas representam diferenças significativas entre profundidades, letras maiúsculas representam diferenças significativas entre a estação seca e chuvosa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$) ($n = 15$).

Profundidade, cm	Dezembro 2005	Junho 2006
pH em água		
0-5	4,6 (0,19)aA	4,9 (0,07)aB
5-10	4,8 (0,13)bA	5,1 (0,13)bB
10-20	5,0 (0,01)cA	5,3 (0,14)cB
20-30	5,2 (0,09)dA	5,4 (0,13)dB
pH KCl		
0-5	4,1 (0,05)aA	4,3 (0,09)aB
5-10	4,3 (0,05)bA	4,4 (0,07)bB
10-20	4,4 (0,07)cA	4,6 (0,10)cB
20-30	4,6 (0,10)dA	4,8 (0,11)dB
C orgânico, %		
0-5	2,3 (0,18)aA	2,0 (0,33)aB
5-10	1,7 (0,19)bA	1,5 (0,20)bB
10-20	1,4 (0,12)cA	1,3 (0,28)bA
20-30	1,1 (0,07)dA	1,0 (0,15)cA
N, %		
0-5	0,14 (0,02)aA	0,18 (0,03)aB
5-10	0,09 (0,02)bA	0,13 (0,02)bB
10-20	0,06(0,01)cA	0,09 (0,01)cB
20-30	0,05 (0,02)dA	0,07 (0,01)dB
P, mg kg ⁻¹		
0-5	1,29	2,85
5-10	1,38	0,74
10-20	Tr	Tr
20-30	Tr	Tr
K, cmol(+) kg ⁻¹		
0-5	0,16 (0,04)aA	0,09 (0,02)aB
5-10	0,11 (0,02)bA	0,06 (0,01)bB
10-20	0,07 (0,01)cA	0,04 (0,01)cA
20-30	0,04 (0,01)dA	0,03 (0,01)dA

Continua...

Continuação **Tabela I**

Profundidade, cm	Dezembro 2005	Junho
	Ca, cmol(+) kg ⁻¹	
0-5	0,05 (0,01)aA	0,03 (0,01)aB
5-10	0,02 (0,01)bA	0,02 (0,01)bA
10-20	0,01 (0,003)cA	0,01 (0,003)cA
20-30	0,01 (0,003)cA	0,01 (0,004)cA
	Mg, cmol(+) kg ⁻¹	
0-5	0,09 (0,02)aA	0,04 (0,01)aB
5-10	0,02 (0,005)bA	0,03 (0,01)bB
10-20	0,01 (0,004)cA	0,02 (0,01)cB
20-30	0,01 (0,002)dA	0,02 (0,01)dB
	Al, cmol(+) kg ⁻¹	
0-5	1,0 (0,17)aA	1,1 (0,27)aB
5-10	0,6 (0,11)bA	0,7 (0,17)bB
10-20	0,4 (0,08)cA	0,4 (0,1)cB
20-30	0,2 (0,04)dA	0,3 (0,07)dB
	Fe, mg kg ⁻¹	
0-5	73 (10,4)aA	69 (11,6)aB
5-10	64 (11,1)bA	61 (13,0)bB
10-20	39 (13,6)cA	41 (10,4)cB
20-30	31 (7,83)dA	25 (7,27)dB
	Mn, mg kg ⁻¹	
0-5	3,5 (0,99)aA	2,8 (0,88)aB
5-10	1,9 (0,30)bA	1,6 (0,43)bB
10-20	1,2 (0,21)cA	1,0 (0,24)cB
20-30	1,1 (0,09)cA	0,7 (0,17)cB
	Zn, mg kg ⁻¹	
0-5	1,6 (0,33)aA	0,7 (0,26)aB
5-10	1,3 (0,26)bA	0,6 (0,26)abB
10-20	0,9 (0,20)bcA	0,7 (0,13)abA
20-30	0,9 (0,18)cA	0,8 (0,15)bA
	Cu, mg kg ⁻¹	
0-5	0,5 (0,11)abA	0,4 (0,06)abB
5-10	0,6 (0,15)aA	0,4 (0,08)aB
10-20	0,5 (0,08)abA	0,4 (0,17)abB
20-30	0,5 (0,10)bA	0,3 (0,06)bB

Tabela II. Variação sazonal na concentração foliar de macronutrientes em espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. Entre parênteses o desvio padrão (n=3).

Espécies	Agosto	Outubro	Fevereiro	Abril	Junho
	N, %				
<i>M. pohliana</i>	0,81(0,07)	0,75(0,05)	0,89(0,00)	1,09(0,12)	1,08(0,05)
<i>O.hexaperma</i>	1,11(0,12)	1,25(0,16)	1,39(0,14)	1,49(0,14)	1,32(0,05)
<i>S.macrocarpa</i>	0,77(0,03)	0,86(0,07)	0,98(0,12)	0,96(0,09)	1,02(0,16)
<i>S.paniculatum</i>	1,13(0,09)	1,41(0,12)	1,45(0,00)	1,38(0,19)	1,26(0,16)
<i>V. elliptica</i>	0,72(0,10)	0,92(0,07)	0,89(0,05)	0,96(0,12)	0,79(0,05)
<i>V. thyrsoidea</i>	0,77(0,07)	0,86(0,03)	0,72(0,07)	0,94(0,07)	0,79(0,07)
<i>B. crassa</i>	0,64(0,11)	1,16(0,22)	1,05(0,14)	1,09(0,12)	0,96(0,00)
<i>B. salicifolius</i>	0,89(0,16)	0,94(0,00)	1,11(0,11)	1,23(0,32)	1,12(0,07)
<i>C. brasiliense</i>	0,86(0,14)	1,41(0,05)	1,33(0,03)	1,50(0,14)	1,30(0,03)
<i>D. macrocarpa</i>	1,36(0,07)	2,30(0,33)	2,25(0,50)	2,12(0,08)	2,02(0,16)
<i>S. adstringens</i>	1,33(0,10)	2,00(0,26)	1,92(0,40)	1,70(0,09)	1,64(0,28)
<i>G. noxia</i>	2,33(0,34)	4,38(0,44)	3,71(0,38)	3,38(0,25)	3,34(0,03)
<i>K. coriacea</i>	0,52(0,09)	1,55(0,08)	1,25(0,05)	1,03(0,15)	1,00(0,12)
<i>Q. grandiflora</i>	1,00(0,03)	1,59(0,08)	1,38(0,03)	1,41(0,00)	1,43(0,03)
<i>Q. parviflora</i>	0,80(0,08)	1,06(0,39)	1,22(0,12)	1,38(0,00)	1,20(0,11)
	P, mg kg⁻¹				
<i>M. pohliana</i>	299(39,9)	253(39,9)	380(41,1)	380(41,1)	332(82,2)
<i>O.hexaperma</i>	576(79,6)	783(222)	641(71,2)	641(0,00)	665(41,1)
<i>S.macrocarpa</i>	368(39,9)	299(39,9)	475(41,1)	332(41,1)	356(71,2)
<i>S.paniculatum</i>	483(0,00)	552(138)	689(41,1)	475(109)	451(48,3)
<i>V. elliptica</i>	299(39,9)	391(39,9)	451(41,1)	332(41,1)	356(0,00)
<i>V. thyrsoidea</i>	345(0,00)	368(39,9)	309(41,1)	332(41,1)	332(41,1)
<i>B. crassa</i>	345(69,1)	645(211)	499(123)	451(41,1)	356(71,2)
<i>B. salicifolius</i>	483(69,1)	829(195)	712(41,1)	736(41,1)	594(41,1)
<i>C. brasiliense</i>	483(69,1)	944(39,9)	665(0,00)	594(41,1)	546(41,1)
<i>D. macrocarpa</i>	460(39,9)	622(0,00)	712(0,00)	689(41,1)	641(0,00)
<i>S. adstringens</i>	391(39,9)	737(144)	677(50,4)	522(109)	522(109)
<i>G. noxia</i>	990(211)	2555(276)	1353(123)	1353(71,2)	1092(250)
<i>K. coriacea</i>	299(79,6)	1243(138)	783(71,2)	641(71,2)	522(41,1)
<i>Q. grandiflora</i>	414(0,00)	898(120)	594(41,1)	570(0,00)	570(0,00)
<i>Q. parviflora</i>	460(39,9)	1128(211)	617(82,2)	641(71,2)	594(41,1)
	K, %				
<i>M. pohliana</i>	0,26(0,03)	0,31(0,05)	0,25(0,02)	0,22(0,03)	0,32(0,03)
<i>O.hexaperma</i>	0,43(0,11)	0,93(0,27)	0,65(0,20)	0,64(0,13)	0,51(0,04)
<i>S.macrocarpa</i>	0,38(0,33)	0,52(0,40)	0,47(0,22)	0,31(0,12)	0,49(0,46)
<i>S.paniculatum</i>	0,34(0,09)	0,52(0,27)	0,45(0,03)	0,31(0,15)	0,35(0,21)
<i>V. elliptica</i>	0,25(0,03)	0,21(0,06)	0,22(0,01)	0,22(0,04)	0,15(0,03)
<i>V. thyrsoidea</i>	0,18(0,01)	0,54(0,08)	0,16(0,05)	0,19(0,05)	0,17(0,04)

Continua...

Continuação Tabela II

Espécies	Agosto	Outubro	Fevereiro	Abril	Junho
	K, %				
<i>B. crassa</i>	0,40(0,14)	0,92(0,09)	0,57(0,12)	0,51(0,03)	0,47(0,06)
<i>B. salicifolius</i>	0,36(0,13)	0,70(0,35)	0,68(0,22)	0,51(0,03)	0,50(0,05)
<i>C. brasiliense</i>	0,19(0,04)	0,67(0,11)	0,39(0,09)	0,36(0,06)	0,35(0,04)
<i>D. macrocarpa</i>	0,22(0,03)	0,38(0,04)	0,37(0,06)	0,37(0,07)	0,33(0,06)
<i>S. adstringens</i>	0,17(0,07)	0,45(0,16)	0,31(0,09)	0,28(0,06)	0,32(0,10)
<i>G. noxia</i>	1,88(0,92)	2,31(0,47)	1,13(0,29)	1,09(0,32)	0,97(0,32)
<i>K. coriacea</i>	0,16(0,06)	1,27(0,29)	0,62(0,12)	0,72(0,38)	0,40(0,07)
<i>Q. grandiflora</i>	0,24(0,08)	0,74(0,09)	0,38(0,06)	0,30(0,10)	0,26(0,05)
<i>Q. parviflora</i>	0,15(0,02)	0,73(0,10)	0,40(0,01)	0,38(0,01)	0,24(0,13)
	Ca, %				
<i>M. pohliana</i>	0,34(0,11)	0,29(0,10)	0,28(0,06)	0,22(0,05)	0,43(0,05)
<i>O. hexasperma</i>	0,79(0,09)	0,36(0,11)	0,87(0,23)	0,81(0,08)	0,79(0,06)
<i>S. macrocarpa</i>	0,33(0,14)	0,28(0,08)	0,38(0,11)	0,33(0,16)	0,38(0,15)
<i>S. paniculatum</i>	0,12(0,01)	0,09(0,02)	0,08(0,02)	0,10(0,02)	0,09(0,02)
<i>V. elliptica</i>	0,21(0,06)	0,13(0,01)	0,23(0,13)	0,17(0,06)	0,09(0,00)
<i>V. thyrsoidea</i>	0,37(0,02)	0,22(0,03)	0,23(0,01)	0,18(0,03)	0,35(0,11)
<i>B. crassa</i>	0,73(0,12)	0,59(0,13)	0,73(0,32)	0,75(0,27)	0,67(0,13)
<i>B. salicifolius</i>	0,99(0,07)	0,66(0,10)	0,86(0,19)	0,94(0,09)	0,87(0,09)
<i>C. brasiliense</i>	0,51(0,22)	0,31(0,35)	0,42(0,26)	0,37(0,17)	0,39(0,19)
<i>D. macrocarpa</i>	0,22(0,02)	0,13(0,01)	0,15(0,03)	0,17(0,06)	0,18(0,07)
<i>S. adstringens</i>	0,19(0,03)	0,12(0,04)	0,13(0,02)	0,18(0,05)	0,11(0,05)
<i>G. noxia</i>	0,38(0,17)	0,27(0,11)	0,39(0,06)	0,43(0,06)	0,31(0,06)
<i>K. coriacea</i>	0,36(0,02)	0,28(0,14)	0,33(0,11)	0,21(0,04)	0,28(0,05)
<i>Q. grandiflora</i>	0,26(0,05)	0,16(0,06)	0,15(0,03)	0,23(0,07)	0,20(0,13)
<i>Q. parviflora</i>	0,43(0,20)	0,24(0,09)	0,33(0,15)	0,36(0,14)	0,41(0,12)
	Mg, %				
<i>M. pohliana</i>	0,09(0,02)	0,09(0,02)	0,11(0,00)	0,07(0,01)	0,09(0,01)
<i>O. hexasperma</i>	0,17(0,03)	0,12(0,02)	0,19(0,01)	0,15(0,02)	0,14(0,02)
<i>S. macrocarpa</i>	0,12(0,05)	0,10(0,03)	0,14(0,07)	0,14(0,06)	0,12(0,07)
<i>S. paniculatum</i>	0,06(0,01)	0,05(0,00)	0,07(0,01)	0,06(0,01)	0,06(0,00)
<i>V. elliptica</i>	0,02(0,01)	0,04(0,01)	0,04(0,00)	0,03(0,01)	0,02(0,01)
<i>V. thyrsoidea</i>	0,08(0,01)	0,09(0,01)	0,07(0,03)	0,07(0,02)	0,07(0,02)
<i>B. crassa</i>	0,14(0,04)	0,17(0,03)	0,19(0,05)	0,15(0,04)	0,13(0,03)
<i>B. salicifolius</i>	0,16(0,00)	0,19(0,03)	0,19(0,04)	0,14(0,00)	0,14(0,02)
<i>C. brasiliense</i>	0,20(0,02)	0,15(0,03)	0,21(0,03)	0,15(0,03)	0,16(0,03)
<i>D. macrocarpa</i>	0,11(0,03)	0,09(0,00)	0,10(0,01)	0,09(0,01)	0,12(0,03)
<i>S. adstringens</i>	0,05(0,00)	0,08(0,00)	0,08(0,01)	0,05(0,01)	0,05(0,01)
<i>G. noxia</i>	0,19(0,06)	0,18(0,04)	0,23(0,01)	0,22(0,01)	0,23(0,01)
<i>K. coriacea</i>	0,12(0,01)	0,15(0,04)	0,17(0,04)	0,10(0,02)	0,13(0,01)
<i>Q. grandiflora</i>	0,07(0,04)	0,07(0,02)	0,07(0,01)	0,06(0,03)	0,06(0,03)
<i>Q. parviflora</i>	0,12(0,05)	0,11(0,02)	0,15(0,06)	0,10(0,04)	0,10(0,04)

Tabela III. Variação sazonal na concentração foliar de micronutrientes e Al em espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. Entre parênteses o desvio padrão, (n=3).

Espécies	Agosto	Outubro	Fevereiro	Abril	Junho
Fe, mg kg⁻¹					
<i>M. pohliana</i>	140(48,9)	224(216)	244(94,7)	88,3(65,6)	88,4(15,2)
<i>O.hexaperma</i>	69,0(24,3)	38,6(8,55)	72,8(21,8)	47,5(13,3)	51,1(7,72)
<i>S.macrocarpa</i>	63,3(13,0)	62,0(6,49)	77,7(19,5)	61,9(16,3)	58,2(6,18)
<i>S.paniculatum</i>	137(19,1)	80,2(33,8)	64,5(25,3)	90,3(14,7)	88,6(11,8)
<i>V. elliptica</i>	84,6(15,1)	47,4(7,43)	61,3(26,9)	85,7(77,1)	30,3(1,38)
<i>V. thyrsoidea</i>	123(18,5)	156(51,8)	55,6(17,5)	56,0(10,7)	53,7(15,1)
<i>B. crassa</i>	103(13,3)	53,8(14,0)	108(47,2)	107(23,9)	68,1(24,0)
<i>B. salicifolius</i>	309(19,4)	84,0(4,77)	169(16,0)	192(9,80)	188(6,28)
<i>C. brasiliense</i>	98,4(68,9)	55,4(6,63)	49,6(46,5)	60,2(68,0)	49,3(31,0)
<i>D. macrocarpa</i>	138(7,55)	47,0(8,13)	68,4(6,57)	113(10,1)	99,6(11,2)
<i>S. adstringens</i>	106(16,0)	37,7(3,06)	47,3(13,1)	43,6(11,1)	55,8(9,29)
<i>G. noxia</i>	113(19,5)	57,4(10,8)	72,3(5,77)	70,3(9,38)	86,3(27,6)
<i>K. coriacea</i>	64,6(28,9)	38,5(2,70)	74,3(33,9)	61,8(14,9)	44,0(7,16)
<i>Q. grandiflora</i>	120(23,3)	40,3(7,80)	89,2(18,7)	69,2(15,8)	72,5(34,0)
<i>Q. parviflora</i>	108(9,07)	36,9(12,7)	86,6(37,7)	66,7(18,8)	55,3(21,5)
Mn, mg kg⁻¹					
<i>M. pohliana</i>	19,0(3,85)	15,6(5,28)	24,8(7,28)	11,9(6,00)	22,5(4,44)
<i>O.hexaperma</i>	446(87,6)	268(163)	564(242)	575(97,0)	487(117)
<i>S.macrocarpa</i>	253(86,2)	220(30,5)	339(71,0)	308(135)	391(132)
<i>S.paniculatum</i>	53,7(8,98)	40,4(22,4)	36,6(15,6)	49,9(5,62)	43,2(4,88)
<i>V. elliptica</i>	66,8(12,6)	42,3(13,6)	76,7(39,0)	71,7(35,8)	28,3(11,8)
<i>V. thyrsoidea</i>	205(62,9)	112(59,7)	88,4(33,7)	72,0(21,4)	201(40,5)
<i>B. crassa</i>	50,7(20,0)	47,5(33,8)	44,1(16,4)	61,3(22,5)	40,5(4,55)
<i>B. salicifolius</i>	173(53,9)	67,9(26,0)	156(5,68)	83,3(104)	78,3(47,3)
<i>C. brasiliense</i>	113(117)	60,9(55,0)	89,9(127)	130(62,6)	92,1(70,8)
<i>D. macrocarpa</i>	139(20,2)	40,7(1,13)	74,1(19,8)	114(16,6)	147(23,3)
<i>S. adstringens</i>	27,2(10,1)	21,1(6,04)	19,3(5,30)	28,9(1,38)	20,0(7,63)
<i>G. noxia</i>	271(158)	190(103)	224(79,6)	280(114)	343(112)
<i>K. coriacea</i>	34,2(10,7)	25,8(3,13)	33,9(11,8)	30,5(22,4)	49,6(14,9)
<i>Q. grandiflora</i>	116(70,1)	13,1(4,40)	34,9(6,86)	72,4(31,1)	79,2(59,8)
<i>Q. parviflora</i>	311(44,8)	41,8(30,1)	94,3(70,2)	156(62,4)	214(131)
Zn, mg kg⁻¹					
<i>M. pohliana</i>	15,6(2,90)	24,9(6,09)	21,2(2,02)	16,5(2,75)	12,8(0,66)
<i>O.hexaperma</i>	18,8(2,60)	19,9(1,88)	21,4(1,53)	22,8(1,04)	17,0(1,95)
<i>S.macrocarpa</i>	21,4(9,32)	25,4(1,89)	26,3(11,9)	20,3(14,8)	19,6(12,3)
<i>S.paniculatum</i>	10,9(1,01)	14,9(2,40)	17,8(1,73)	8,75(2,05)	9,67(0,52)
<i>V. elliptica</i>	11,8(0,76)	27,8(6,38)	15,5(3,03)	9,50(164)	7,75(0,66)
<i>V. thyrsoidea</i>	9,50(1,15)	16,4(1,26)	11,8(1,15)	6,00(0,90)	7,83(1,15)

Continua...

Espécies	Agosto	Outubro	Fevereiro	Abril	Junho
Zn, mg kg⁻¹					
<i>B. crassa</i>	10,9(0,88)	14,5(0,25)	11,3(1,15)	7,75(0,87)	9,58(0,76)
<i>B. salicifolius</i>	13,1(1,94)	19,3(9,90)	17,1(5,48)	13,1(1,77)	12,3(1,15)
<i>C. brasiliense</i>	15,5(2,05)	20,4(6,63)	20,8(3,50)	12,8(3,19)	14,3(2,93)
<i>D. macrocarpa</i>	11,2(0,95)	56,5(70,2)	13,2(2,31)	8,17(3,64)	10,2(0,38)
<i>S. adstringens</i>	11,3(3,41)	14,0(2,18)	19,8(1,77)	8,42(2,67)	8,50(1,56)
<i>G. noxia</i>	22,2(5,43)	35,0(8,53)	37,3(1,98)	34,6(2,75)	35,1(2,40)
<i>K. coriacea</i>	16,1(9,04)	18,2(2,52)	25,8(3,70)	14,5(6,13)	15,8(1,09)
<i>Q. grandiflora</i>	12,7(1,42)	14,1(1,01)	22,8(9,91)	13,4(2,47)	11,3(2,96)
<i>Q. parviflora</i>	10,8(0,25)	15,8(2,24)	20,2(2,27)	17,0(1,15)	11,2(1,63)
Cu, mg kg⁻¹					
<i>M. pohliana</i>	18,4(11,4)	5,08(1,38)	4,75(0,75)	3,00(0,66)	4,75(0,75)
<i>O. hexasperma</i>	8,58(4,88)	6,25(0,90)	4,08(0,76)	4,08(0,76)	19,8(26,1)
<i>S. macrocarpa</i>	5,50(0,66)	13,8(18,3)	4,58(0,52)	3,17(0,52)	3,33(0,14)
<i>S. paniculatum</i>	5,75(2,84)	4,83(2,13)	5,42(1,61)	3,67(2,93)	3,92(2,90)
<i>V. elliptica</i>	6,42(0,88)	3,83(1,04)	5,33(0,63)	4,75(1,39)	4,42(1,44)
<i>V. thyrsoidea</i>	4,17(0,88)	5,00(0,50)	5,92(0,58)	4,92(1,18)	6,17(1,13)
<i>B. crassa</i>	3,67(0,14)	5,17(0,72)	3,83(0,80)	2,83(0,38)	3,92(0,95)
<i>B. salicifolius</i>	4,08(0,14)	13,0(0,35)	15,8(4,45)	21,8(1,39)	22,2(1,88)
<i>C. brasiliense</i>	5,92(1,38)	4,75(1,25)	5,67(0,80)	6,25(1,56)	3,42(0,38)
<i>D. macrocarpa</i>	3,33(1,53)	5,00(0,25)	6,08(1,66)	6,25(1,09)	4,08(1,13)
<i>S. adstringens</i>	5,83(0,95)	2,50(1,00)	2,25(1,06)	1,17(0,72)	2,00(0,50)
<i>G. noxia</i>	6,92(1,42)	15,7(1,26)	17,5(2,29)	12,7(2,50)	14,1(3,59)
<i>K. coriacea</i>	6,08(1,91)	7,67(2,16)	6,75(1,15)	4,08(0,52)	3,42(0,80)
<i>Q. grandiflora</i>	3,08(0,58)	6,58(0,95)	8,17(1,66)	7,17(3,13)	7,92(3,63)
<i>Q. parviflora</i>	4,33(2,27)	6,83(1,66)	7,25(0,43)	3,83(0,80)	28,1(41,3)
Al, mg kg⁻¹					
<i>M. pohliana</i>	2750(1037)	1732(804)	2433 (82,5)	1321(374)	2786 (660)
<i>O. hexasperma</i>	177(42,6)	148(26,9)	188(51,9)	259(26,3)	115(33,9)
<i>S. macrocarpa</i>	182(51,2)	252(27,9)	197(54,6)	144(64,1)	207(51,2)
<i>S. paniculatum</i>	320(22,4)	215(47,7)	88,0(29,4)	153(11,2)	182(21,3)
<i>V. elliptica</i>	15558(2580)	6418(838)	10864(4170)	12495(6587)	6234(1802)
<i>V. thyrsoidea</i>	6651(10099)	7127(2371)	10533(2885)	8057(1265)	14287(3055)
<i>B. crassa</i>	261(48,1)	199(56,6)	209(103)	192(33,2)	139(28,4)
<i>B. salicifolius</i>	637(129)	227(24,3)	668(346)	288(82,0)	368(23,5)
<i>C. brasiliense</i>	318(110)	182(53,2)	134(23,9)	128(40,3)	128(11,7)
<i>D. macrocarpa</i>	295(5,40)	141(21,7)	103(29,7)	172(56,5)	203(39,0)
<i>S. adstringens</i>	182(19,3)	129(10,8)	135(36,6)	140(57,0)	227(38,5)
<i>G. noxia</i>	241(104)	179(18,8)	209(46,8)	236(31,3)	229(113)
<i>K. coriacea</i>	211(32,4)	106(22,4)	268(163)	117(50,8)	150(11,7)
<i>Q. grandiflora</i>	4598(677)	4260(346)	4481(1275)	4410(535)	3852(2359)
<i>Q. parviflora</i>	13408(2083)	6746(1867)	10823(4228)	12828(4665)	11266(4678)

Tabela IV. Variação sazonal na concentração foliar de nutrientes entre grupos fenológicos de espécies lenhosas do cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. Entre parênteses o desvio padrão. As letras representam diferenças significativas entre os grupos pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Grupo fenológico	n	Agosto	Outubro	Fevereiro	Abril	Junho
N, %						
Sempre-verdes	18	0,88(0,19)b	1,00(0,26)c	1,06(0,29)c	1,13(0,25)c	1,04(0,23)c
Brevidécíduas	13	1,00(0,31)b	1,57(0,55)b	1,44(0,45)b	1,52(0,40)b	1,42(0,41)b
Decíduas	12	1,16(0,74)a	2,15(1,39)a	1,89(1,11)a	1,80(0,98)a	1,74(0,98)a
P, mg kg⁻¹						
Sempre-verdes	18	395(111)b	441(315)c	491(144)c	415(125)c	415(139)c
Brevidécíduas	13	430(76,0)b	754(216)b	652(100)b	592(120)b	537(114)b
Decíduas	12	541(294)a	1456(879)a	837(329)a	801(338)a	694(265)a
K, %						
Sempre-verdes	18	0,31(0,15)b	0,51(0,30)b	0,37(0,20)b	0,32(0,18)b	0,33(0,22)a
Brevidécíduas	13	0,27(0,12)b	0,63(0,24)b	0,48(0,18)b	0,40(0,10)b	0,39(0,09)a
Decíduas	12	0,61(0,86)a	1,26(0,71)a	0,63(0,35)a	0,62(0,39)a	0,47(0,35)a
Ca, %						
Sempre-verdes	18	0,36(0,23)b	0,23(0,11)b	0,30(0,28)b	0,31(0,25)b	0,35(0,25)ab
Brevidécíduas	13	0,50(0,33)a	0,35(0,26)a	0,45(0,35)a	0,46(0,35)a	0,44(0,31)a
Decíduas	12	0,36(0,13)b	0,24(0,10)b	0,34(0,13)ab	0,30(0,12)b	0,30(0,11)b
Mg, %						
Sempre-verdes	18	0,09(0,05)b	0,08(0,03)b	0,10(0,06)b	0,09(0,05)b	0,09(0,05)b
Brevidécíduas	13	0,14(0,06)a	0,13(0,05)a	0,16(0,06)a	0,12(0,04)a	0,13(0,04)a
Decíduas	12	0,12(0,06)a	0,13(0,05)a	0,15(0,07)a	0,12(0,06)a	0,13(0,07)a
Fe, mg kg⁻¹						
Sempre-verdes	18	103(39,2)b	101(103)a	95,9(77,6)a	71,6(40,0)b	61,7(23,3)a
Brevidécíduas	13	157(87,6)a	57,2(18,1)ab	94,3(54,9)a	110(60,5)a	98,0(55,1)b
Decíduas	12	101(29,2)b	43,3(11,7)b	80,6(24,4)a	67,0(13,3)b	64,5(56,9)b
Mn, mg kg⁻¹						
Sempre-verdes	12	174(159)a	116(116)ab	188(223)a	181(214)a	196(200)a
Brevidécíduas	13	104(75,3)b	48,1(31,5)b	79,5(69,3)b	87,1(60,1)b	77,9(56,5)b
Decíduas	18	183(140)a	67,7(87,5)ab	96,9(93,0)b	135(115)ab	172(145)a
Zn, mg kg⁻¹						
Sempre-verdes	18	14,7(5,66)a	20,8(5,93)a	19,0(6,49)b	14,0(8,33)b	12,4(6,33)b
Brevidécíduas	13	12,6(2,50)a	26,3(32,6)a	15,6(4,76)b	10,0(3,31)b	11,1(2,55)b
Decíduas	12	15,4(6,42)a	21,6(9,56)a	26,5(8,26)a	19,9(9,49)a	18,3(10,4)a
Cu, mg kg⁻¹						
Sempre-verdes	18	8,14(6,59)a	6,47(7,25)a	5,01(0,97)b	3,93(1,45)b	7,07(10,8)b
Brevidécíduas	13	4,44(1,42)b	5,75(3,38)a	6,31(5,31)b	6,98(7,64)a	6,17(7,88)b
Decíduas	12	5,10(2,11)ab	9,19(4,15)a	9,92(4,79)a	6,94(4,11)a	13,4(20,2)a

Tabela V. Análise de variância para diferenças entre espécies e datas na concentração foliar de nutrientes.

Fonte	gl	SS Tipo III	MS	F	Significância
N					
Espécie	14	90,3	6,45	244	<0,001
Data	4	6,92	1,73	65,3	<0,001
Espécie * data	56	7,29	0,13	4,92	<0,001
Erro	148	3,92	0,03		
P					
Espécie	14	15947060	1139076	133	<0,001
Data	4	3407543	851886	99,7	<0,001
Espécie * data	56	5308128	94788	11,1	<0,001
Erro	148	1264354	8543		
K					
Espécie	14	19,6	1,4	37,03	<0,001
Data	4	4,14	1,04	27,4	<0,001
Espécie * data	56	5,32	0,10	2,51	<0,001
Erro	148	5,60	0,038		
Ca					
Especie	14	10,5	0,75	55,1	<0,001
Data	4	0,45	0,11	8,22	<0,001
Especie * data	56	0,77	0,01	1,01	0,474
Erro	148	2,02	0,01		
Mg					
Especie	14	0,53	0,04	46,8	<0,001
Data	4	0,02	0,01	5,81	<0,001
Especie * data	56	0,04	0,00	0,86	0,736
Erro	148	0,12	0,001		
Fe					
Especie	14	299197	21371	15,2	<0,001
Data	4	67481	16870	12,0	<0,001
Especie * data	56	185434	3311	2,35	<0,001
Erro	148	208519	1409		
Mn					
Especie	14	3300480	235749	49,9	<0,001
Data	4	146844	36711	7,77	<0,001
Especie * data	56	397337	7095	1,50	0,028
Erro	148	699006	4723		
Zn					
Especie	14	6653	475	5,60	<0,001
Data	4	2992	748	8,81	<0,001
Especie * data	56	5331	95,2	1,12	0,29
Erro	148	12561	84,9		
Cu					
Especie	14	2476,48	177	4,30	<0,001
Data	4	221,71	55,4	1,35	0,255
Especie * data	56	3303,97	59,0	1,44	0,045
Erro	148	6086,66	41,13		

Tabela VI. Análise de variância de macronutrientes para diferenças entre grupos fenológicos.

Fonte	gl	SS	MS	F	P
N					
Grupo fenológico	2	18,49	9,25	229,22	<0,001
Espécie(GF)	12	70,68	5,89	146,01	<0,001
Erro A	30	1,21	0,04		
Data	4	7,69	1,92	21,06	<0,001
GF*Data	8	2,56	0,32	3,51	0,003
Data*Espécie(GF)	48	4,41	0,09	4,01	<0,001
Erro B	118	2,71	0,02		
P					
Grupo fenológico	2	6602546	3301273	290,66	<0,001
Espécie(GF)	12	9161237	763436	67,22	<0,001
Erro A	30	340740	11358		
Data	4	4065314	1016329	25,14	<0,001
GF*Data	8	3050227	381278	9,42	<0,001
Data*Espécie (GF)	48	1955112	40731	5,2	<0,001
Erro B	118	923614	7827		
K					
Grupo fenológico	2	4,66	2,33	29,31	<0,001
Espécie (GF)	12	14,68	1,22	15,39	<0,001
Erro A	30	2,38	0,08		
Data	4	4,37	1,09	15,47	<0,001
GF*Data	8	1,80	0,22	3,18	0,006
Data*Espécie (GF)	48	3,41	0,07	2,61	<0,001
Erro B	118	3,21	0,03		
Ca					
Grupo fenológico	2	0,94	0,47	16,49	<0,001
Espécie (GF)	12	9,32	0,78	27,28	<0,001
Erro A	30	0,85	0,03		
Data	4	0,32	0,08	5,59	0,001
GF*Data	8	0,09	0,01	0,76	0,638
Data*Espécie (GF)	48	0,69	0,01	1,46	0,051
Erro B	118	1,17	0,01		
Mg					
Grupo fenológico	2	0,10	0,05	19,79	<0,001
Espécie (GF)	12	0,42	0,04	14,63	<0,001
Erro A	30	0,07	0,00		
Data	4	0,02	0,00	7,05	<0,001
GF*Data	8	0,00	0,00	0,69	0,697
Data*Espécie (GF)	48	0,03	0,00	1,72	0,009
Erro B	118	0,05	0,00		

Tabela VII. Resultados de análises de variância de micronutrientes para diferenças entre grupos fenológicos.

Fonte	gl	SS	MS	F	P
Fe					
Grupo fenológico	2	21957	10978	8,88	0,001
Espécie (GF)	12	267051	22254	18	<0,001
Erro A	30	37089	1236		
Data	4	67005	16751	6,07	<0,001
GF*Data	8	45652	5707	2,07	0,058
Data*Espécie (GF)	48	133016	2771	1,91	0,003
Erro B	118	171430	1453		
Mn					
Grupo fenológico	2	347504	173752	16,97	<0,001
Espécie (GF)	12	2941788	245149	23,95	<0,001
Erro A	30	307087	10236		
Data	4	138124	34531	5,08	0,002
GF*Data	8	56054	7007	1,03	0,427
Data*Espécie (GF)	48	328076	6835	2,06	0,001
Erro B	118	391919	3321		
Zn					
Grupo fenológico	2	1043	521,7	4,9	0,014
Espécie (GF)	12	5481	456,7	0,29	0,001
Erro A	30	3197	106,6		
Data	4	2816	704,1	7,33	<0,001
GF*Data	8	961	120,2	1,25	0,291
Data*Espécie (GF)	48	4615	96,2	1,21	0,202
Erro B	118	9365	79,4		
Cu					
GF	2	365	182,4	3,87	0,032
Espécie (GF)	12	2162	180,1	3,83	0,001
Erro A	30	1413	47,1		
Data	4	294	73,6	1,31	0,28
GF*Data	8	551	68,9	1,23	0,304
Data*Espécie (GF)	48	2705	56,4	1,42	0,064
Erro B	118	4674	39,6		

Tabela VIII. Área foliar específica (AFE) de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto*, Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. As letras minúsculas representam diferenças significativas, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Espécies	AFE média cm^2g^{-1}
<i>D.miscolobium</i>	111 (9,52)a
<i>B.salicifolius</i>	87,8 (7,00)b
<i>S.adstringens</i>	84,2 (9,64)bc
<i>Q.parviflora</i>	82,3 (10,5)bcd
<i>C.brasiliense</i>	78,5 (8,07)bcd
<i>O.hexasperma</i>	72,2 (4,00)cde
<i>G.noxia</i>	69,7 (4,96)def
<i>Q.grandiflora</i>	60,8 (1,19)efg
<i>M.pohliana</i>	60,4 (9,49)efg
<i>S.paniculatum</i>	59,7 (7,46)efg
<i>B.crassa</i>	56,3 (4,32)fgh
<i>K.coriacea</i>	55,0 (4,60)gh
<i>V.elliptica</i>	54,1 (2,70)gh
<i>V.thyrsoidea</i>	43,6 (5,39)hi
<i>S.macrocarpa</i>	33,8 (2,54)i

Tabela IX. Área foliar específica (AFE) de grupos fenológicos de espécies lenhosas de um cerrado *sensu stricto* na Reserva Ecológica do IBGE, Brasília. As letras minúsculas representam diferenças significativas, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Grupo Fenológico	Abril		Junho		Média	
	n	AFE (cm^2g^{-1})	n	AFE (cm^2g^{-1})	n	AFE (cm^2g^{-1})
Decíduas	12	67,8 (12,8)	12	66,2 (11,8)	24	67,0 (12,0)b
Brevidécidas	15	82,4 (17,8)	15	84,6 (21,1)	30	83,5 (19,2)a
Sempre-verdes	18	55,8 (14,0)	18	52,1 (13,6)	36	54,0 (13,7)c
Total	45	67,8 (18,7)	45	66,7 (21,1)	90	67,3 (19,8)

Tabela X. Resultados de análises de variância para diferenças entre área foliar específica

Fonte	gl	SS	MS	F	P
Grupo Fenológico	2	13248	6624	5,2	0,000
Espécie (GF)	12	15342	1278	21,11	0,000
Erro A	30	1815	60,51	1,97	0,034
Data	1	43,13	43,13	1,4	0,260
GF*Data	2	78,86	39,43	1,28	0,314
Data*Especie (GF)	12	370,4	30,87	1,01	0,467
Erro B	30	920,4	30,68		

Tabela XI. Resultados de análise de variância para diferenças entre as profundidade do solo e entre as épocas de coleta.

Fonte	gl	SS	MS	F	P
pH em H ₂ O					
Data	1	21,53	21,53	2244	0,000
Profundidade	3	4,63	1,54	160,8	0,000
Data*Profundidade	3	0,07	0,023	2,38	0,074
Erro	112	1,07	0,009		
pH em KCl					
Data	1	4,59	4,59	344,3	0,000
Profundidade	3	4,95	4,65	123,7	0,000
Data*Profundidade	3	0,03	0,009	0,72	0,541
Erro	112	1,49	0,013		
C orgânico					
Data	1	0,81	0,81	19,28	0,000
Profundidade	3	17,89	5,96	141,4	0,000
Data*Profundidade	3	0,32	0,107	2,54	0,060
Erro	112	4,72	0,042		
N					
Data	1	0,029	0,029	87,3	0,000
Profundidade	3	0,19	0,063	185,2	0,000
Data*Profundidade	3	0,003	0,001	3,13	0,029
Erro	112	0,038	0,0003		
Ca					
Data	1	0,0011	0,0011	21,14	0,000
Profundidade	3	0,015	0,005	93,26	0,000
Data*Profundidade	3	0,004	0,0013	24,86	0,000
Erro	112	0,006	0,00005		
Mg					
Data	1	0,0006	0,0006	8,31	0,005
Profundidade	3	0,048	0,016	192,2	0,000
Data*Profundidade	3	0,016	0,005	64,17	0,000
Erro	112	0,009	0,00008		
K					
Data	1	0,006	0,0006	17,5	0,000
Profundidade	3	0,093	0,016	83,85	0,000
Data*Profundidade	3	0,004	0,0053	4,28	0,007
Erro	112	0,041	0,00008		
Al					
Data	1	0,262	0,262	12,52	0,001
Profundidade	3	10,55	3,518	167,55	0,000
Data*Profundidade	3	0,015	0,005	0,24	0,865
Erro	112	2,352	0,021		
Fe					
Data	1	251,7	251,7	2,14	0,147
Profundidade	3	35193	11731	99,63	0,000
Data*Profundidade	3	238,8	79,6	0,68	0,569
Erro	112	13187	117,7		

Continuação...

Continuação **Tabela XI**

Fonte	gl	SS	MS	F	P
Mn					
Data	1	3,91	3,91	14,38	0,000
Profundidade	3	91,88	30,63	112,6	0,000
Data*Profundidade	3	0,8	0,267	0,98	0,405
Erro	112	30,45	0,272		
Zn					
Data	1	5,88	5,88	110,6	0,000
Profundidade	3	2,38	0,79	14,9	0,000
Data*Profundidade	3	3,19	1,06	20	0,000
Erro	112	5,95	0,05		
Cu					
Data	1	0,87	0,87	76,22	0,000
Profundidade	3	0,1	0,03	3,17	0,027
Data*Profundidade	3	0,03	0,11	0,96	0,415
Erro	112	1,29	0,11		