Neotropical Biology and Conservation
4(3):150-163, september-december 2009
© by Unisinos - doi: 10.4013/nbc.2009.43.05

Diferenças edáficas e estruturais entre duas florestas estacionais no bioma Cerrado

Edaphic and structural differences between two seasonal forests in the Cerrado biome

Ricardo V. Kilca[1*]
rvkilka@gmail.com
Ivan Schiavini[1]
schiavini@ufu.br
Glein M. Araújo[1]
glein@ufu.br
Jeanine M. Felfili Fagg[2]

Resumo

Os estudos comparativos entre as florestas estacionais semideciduais (FS) e deciduais (FD) no bioma Cerrado são raros. Para avaliar as diferenças quanto aos aspectos edáficos e estruturais desses dois tipos de florestas estacionais, foram escolhidos dois fragmentos que se localizam sobre neossolos litólicos nas encostas do vale do rio Araguari, oeste do estado de Minas Gerais. Os dois fragmentos se localizam muito próximos espacialmente e apresentam algumas condições ambientais semelhantes entre si. O componente arbóreo (>15 cm CAP) foi amostrado em 60 parcelas 20 x 10 m, os teores de nutrientes e a textura dos solos, determinados em amostras superficiais (0-20 cm); e a umidade do solo, em amostras sazonais em três profundidades (0-10 cm, 20-30 cm e 40-50 cm). Os resultados demonstraram que os solos das duas florestas diferiram significativamente quanto à capacidade de reter umidade no solo ao longo do ano e quanto à textura e teores dos elementos químicos no solo. Cada floresta apresentou um conjunto próprio de espécies edafoespecialistas, que influenciaram na composição, diversidade e dominância em cada sítio. As duas fitofisionomias diferiram pouco quanto à estrutura do componente arbóreo. Concluiu-se o estudo, ratificando que as duas florestas estacionais diferem entre si quanto a vários aspectos que se devem muito às condições edáficas de cada sítio. Confirmada essa tendência em ampla escala, os dois tipos de florestas estacionais não podem ser consideradas uma mesma fitofisionomia, o que normalmente ocorre, fato conclusivo que exige, portanto, elaboração de planos de conservação e manejo específicos.

Palavras-chave: florestas tropicais estacionais, floresta estacional semidecidual, floresta estacional decidual, Cerrado, Minas Gerais.

Abstract

Comparative studies between semideciduous (SSF) and deciduous (DSF) seasonal forests in the Cerrado biome are rare. Two fragments were selected along the slopes of Araguari River valley in western Minas Gerais State (southeastern Brazil), in order to investigate the difference between these two types of seasonal forests. Both fragments are geographically close to each other, with similar environmental conditions. Sixty replicate plots of 20 x 10 m were located within each stand and all woody plants, larger than 5 cm diameter at breast height (dbh), were surveyed. Soil samples were collected and their physical and chemical characteristics were analyzed. Soil water content was estimate for three depths

[1] Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia, Rua Ceará, Bl.2D, sala 26, 38400-902 Uberlândia MG, Brazil.
[2] Deceased.
[*] Correspondent author.

seasonal samples (dry and wet condition). The results indicate that two seasonal forests on the lithosols differ significantly as to the water regimes throughout the year as well as to soil texture and chemical elements. Each forest presented an idiosyncratic set of edaphic specialist species and suggests predictable shifts in composition, diversity and dominance in each site. The arboreal structural differences among two forests were low. This study showed that differences between two seasonal forest types can be explained by edaphic condition. Confirmed this tendency in large scale, these two types of seasonal forests requires specific programs of studies, management and conservation actions in Cerrado.

Key words: seasonally dry tropical forest, deciduous seasonal forests, semideciduous seasonal forests, Cerrado biome.

Introdução

Diversas pesquisas nos trópicos focalizam o aspecto da variação na composição de espécies vegetais de acordo com a disponibilidade de nutrientes e drenagem do solo. Nas florestas estacionais neotropicais, por exemplo, o solo fértil tem se mostrado como fator influente na ocorrência dessas formações. Além disso, a disponibilidade sazonal de água no solo determina mudanças na absorção de água pela planta, nos eventos fenológicos, na ocorrência das espécies, entre outros processos ecológicos destes ecossistemas (Murphy e Lugo, 1986; Borchert, 1994). Dessa forma, análises que investiguem as relações edáficas com a vegetação podem ser chaves para entender as similaridades e/ou diferenças florísticas e estruturais existentes entre os vários tipos de formações da floresta tropical estacional (Murphy *et al.*, 1995).

No bioma Cerrado, as florestas tropicais estacionais são classificadas quanto ao seu grau de deciduidade e, dessa forma, são classificadas como florestas estacionais deciduais (>50% de deciduidade) e florestas estacionais semideciduais (20 a 50% de deciduidade) (IBGE, 2004). A maioria dos estudos existentes para caracterização das florestas estacionais nesse bioma procurou sempre evidenciar as diferenças e/ou semelhanças florístico-estruturais e funcionais das espécies dentro de fragmentos de mesma formação; não existem análises comparativas entre as duas fisionomias (Oliveira-Filho e Ratter, 2002; Felfili, 2003). Mesmo assim, ficou estabelecido que as áreas da paisagem do Cerrado onde se apresentam solos mais ricos (saturação de base >50%) são ocupadas por florestas estacionais deciduais, que possuem menor diversidade e elevada dominância de espécies edafoespecialistas de solos férteis. É consenso que as áreas de solos com fertilidade intermediária sustentam as florestas estacionais semideciduais que, por sua vez, registram maior diversidade e menor dominância (ver revisão em Oliveira-Filho e Ratter, 2002).

A medição da umidade do solo foi um descritor edáfico pouco investigado nas florestas estacionais no domínio do Cerrado, mas alguns trabalhos levantam a hipótese de que variações na umidade dos solos também possam condicionar o estabelecimento de algumas espécies ou mudanças entre as fisionomias das florestas estacionais (Askew *et al.*, 1970; Ratter *et al.*, 1973; Cardoso e Schiavini, 2002). O trabalho de Ratter *et al.* (1978), por exemplo, concluiu que, nos vales dos grandes rios, as mudanças fisionômicas entre as duas florestas estacionais ocorrem de acordo com a umidade do sítio: enquanto as florestas estacionais semideciduais se apresentaram na base do vale, em solos mais úmidos, as florestas estacionais deciduais se situaram nas encostas e no topo, sobre solos mais bem drenados que os primeiros.

Partindo do pressuposto de que as florestas estacionais semideciduais e deciduais diferem, pelo menos quanto aos aspectos edáficos e à composição florística, este estudo teve como objetivo analisar, comparar e avaliar as diferenças nos solos (umidade, textura e elementos químicos) e vegetação (composição e estrutura), entre duas florestas estacionais secundárias (semidecidual e decidual), localizadas nas encostas (neossolos) do vale do rio Araguari, região do Triângulo Mineiro (porção sudeste do bioma Cerrado). Essas florestas situam-se muito próximas entre si e se apresentam sob condições ambientais similares: altitude, declividade, posição na encosta e regime de pluviosidade. Adicionalmente, o estudo procurou inferir as possíveis relações entre as características sucessionais e edáficas que podem determinar a composição e estrutura dessas duas florestas.

Material e métodos

Área de estudo

Foram estudadas duas áreas de florestas estacionais no vale do rio Araguari, região do Triângulo Mineiro, oeste do estado de Minas Gerais (Figura 1A). O vale corta litologias da Bacia Sedimentar do Paraná (rochas basálticas) e atinge, no fundo, o Embasamento Cristalino Indiferenciado (rochas pré-cambrianas). A altitude do vale oscila entre 500 e 950 m, e o percentual de declividade varia entre 20% e 80% (Baccaro *et al.*, 2004). As florestas ocorrentes nessas encostas estão assentadas sobre afloramentos de basalto e de rochas de micaxisto e biotita-gnaisse do grupo Araxá (Baruqui e Motta, 1983). Os solos nas

áreas de encostas são do tipo Argissolo Vermelho-Amarelos Eutróficos, Cambissolos Eutróficos e Neossolos Distróficos e Eutróficos (Embrapa, 1982). Estimativas de cobertura vegetal e uso do solo na área do vale apontam para poucos trechos ocupados por florestas estacionais, ciliares e cerradões (19%), todas essas em estágios secundários, com a maior parte da área utilizada para pastagens (50%) e demais culturas anuais (31%) (Rosa *et al.,* 2006).

O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação Köppen, caracterizado por um período seco, que compreende os meses de abril a setembro, e outro úmido, entre os meses de outubro a março (Rosa *et al.*, 2006). A temperatura média mensal fica em torno de 22°C, variando pouco entre as estações seca e chuvosa (~5°C). A pluviosidade anual de 1.700 mm varia fortemente entre as estações, concentrando 50% das chuvas do ano no trimestre mais chuvoso, de novembro a janeiro (Embrapa, 1982). O regime sazonal mensal médio de pluviosidade durante o período de 1975 a 2003, medidos de uma estação pluviométrica distante 21 km das áreas de estudo, encontra-se demonstrada neste estudo (Figura 1B).

As duas florestas tropicais estacionais foram selecionadas dentro dos critérios de melhor estado de conservação, similar tamanho de fragmento, proximidade espacial e posição semelhantes na encosta (altitudes e declividades) que foram previamente estabelecidos mediante os mapas topográficos e fotogramas da região, em escala 1:15.000 (Leme Engenharia, 1996). Os dois fragmentos também se apresentaram sobre semelhantes níveis de pluviosidades e profundidades médias dos solos. O fragmento de floresta estacional semidecidual (FS – 18°40'S e 48°24'O com 17,5 ha) e de floresta estacional decidual (FD – 18°39'S e 48°25'O com 13,5 ha) estão distantes 2,8 km em linha reta e pertencem aos municípios de Uberlândia e Araguari (respectivamente). As duas florestas são secundárias e se apresentam sob diferentes idades pós-perturbação e intensidades de utilização do solo. A FD destaca-se por iniciar sua sucessão após intenso uso do solo por agricultura de subsistência. Sua idade foi estimada, a partir de entrevistas e fotografias aéreas de toda a região, em torno de 30-40 anos. Constataram-se, no meio desta floresta, indícios de atividades pretéritas de pastoreio bovino. A FS apresentou a mesma origem de distúrbio, porém o tempo de utilização do solo para a agricultura foi menor, e o tempo pós-perturbação foi estimado em torno de 50 anos, não apresentando indícios de perturbações recentes.

Amostragem da vegetação

Primeiramente, estabeleceu-se, em cada uma das florestas, uma área amostral de 1,2 ha. Esta área foi demarcada por 60 parcelas permanentes de 20 x 10 m, distribuídas na forma de transectos lineares, a partir da cota altimétrica de 565 m.n.m (Figura 1C). Como critério de exclusão da amostragem, evitou-se alocar as parcelas em trechos de floresta com grandes clareiras abertas ou em trechos em estágio inicial de sucessão, a fim de evitar "erros por falta de resposta". Em vista da descontinuidade espacial do arranjo das parcelas e das feições geomórficas da encosta, as parcelas abrangeram trechos florestais com diferentes posições de exposição solar. Em cada parcela de 20 x 10 m, foram amostrados todos os indivíduos arbóreos (exceto lianas) que apresentassem, pelo menos, um dos caules com circunferência igual ou superior a 15 cm à altura de 1,3 m da superfície do solo. De forma geral, os métodos de amostragem da vegetação seguiram o protocolo da Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal (RPPBCP) (Felfili *et al.*, 2005). As espécies amostradas foram enquadradas de forma subjetiva, dentro de grupos funcionais, quanto à preferência de solos férteis/pobres, deciduidade foliar e adaptação para condição hídrica do solo, com base em diversos estudos realizados em nível de espécies e comunidades na região (Ratter *et al.*, 1978; Araújo *et al.*, 1997b; Haridasan, 2000; Cardoso e Schiavini, 2002; Haridasan e Araújo, 2005).

Umidade do solo

Foram realizadas trincheiras de 50 cm de profundidade no interior de 10 das 60 parcelas de 20 x 10 m (Figura 1C). As parcelas onde foram realizadas as coletas situavam-se na linha paralela a cota de 565 m.n.m., de modo a evitar variações significativas no conteúdo de água do solo decorrentes das mudanças na posição da encosta. Para a coleta de amostras de solos, foram realizadas trincheiras em três profundidades: de 0 a 10 cm, de 20 a 30 cm e de 40 a 50 cm. A cada três meses, repetiram-se as coletas na mesma parcela onde foi realizada a coleta anterior, porém em locais distintos e equidistantes. As coletas representaram períodos que correspondiam o meio (FS= 2/6/2006; FD= 11/6/06) e o fim (FS= 13/9/05; FD= 16/9/05) da estação seca e o meio (FS= 9/12/05; FD= 21/12/05) e fim (FS= 13/3/06; FD= 20/3/06) da estação chuvosa. A estimativa da umidade do solo foi obtida por meio da medida de volume de água, associada com um dado volume de solo seco (Brady e Weil, 2002). O método de campo, procedimentos laboratoriais e a determinação da umidade do solo seguiram as recomendações da Embrapa (1997). Para estabelecer a relação entre o regime de chuvas e a quantidade de água no solo, foram tabulados os valores de pluviosidade diária nos períodos de coleta, usando os registros da Estação Pluviométrica mais próxima (distante 21 km das áreas de estudo).

Análises químicas e texturais do solo

No mês de março de 2005, que corresponde ao final da estação chuvosa,

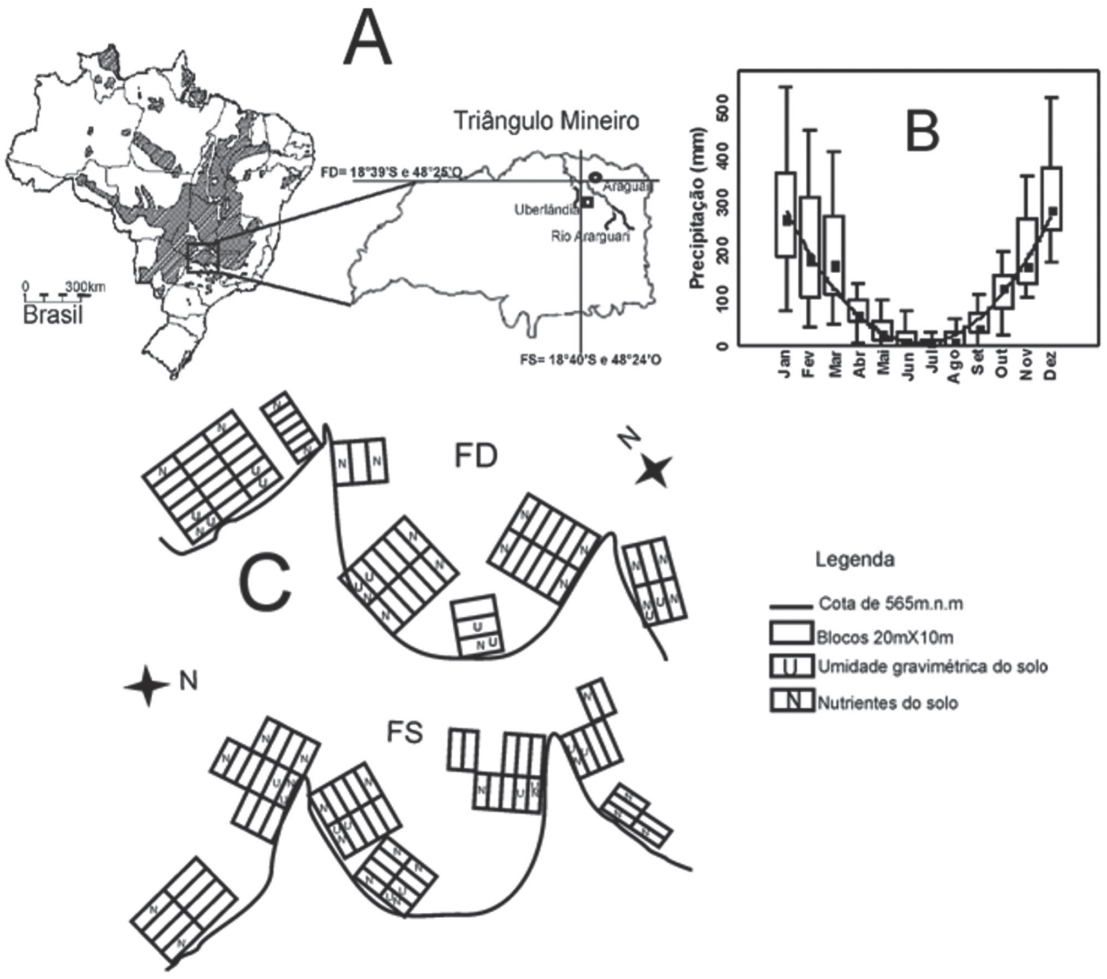

Figura 1. A. Abrangência do Cerrado (área escura), no Brasil, e a localização das áreas de estudo na região do Triângulo Mineiro, em Minas Gerais; **B.** Médias mensais de chuva no período de 1975 a 2003 para a estação pluviométrica de Araguari, distante 21 km das áreas de estudos (segundo a Agência Nacional de Águas: estação 1848010): quadrados correspondem aos valores médios, retângulos à mediana e traços às amplitudes; **C.** Distribuição das parcelas permanentes e os locais onde foram realizadas as coletas de solos na floresta estacional decidual (FD) e a floresta estacional semidecidual (FS).

Figure 1. A. Breadth of Cerrado (dark area), Brazil, and the location of study areas in Triângulo Mineiro region in Minas Gerais State; **B.** Monthly average of rainfall in the period from 1975 to 2003 for the pluviometric station of Araguari, distant 21 km from study areas (according to the National Agency of Water: 1848010 station): squares correspond to average values, rectangles to median and dashes to ranges; **C.** Distribution of permanent plots and the places where the soil collections in seasonal decidual forest (FD) and seasonal semidecidual forest (FS).

foram realizadas coletas superficiais de solo (0 a 20 cm de profundidade), com a utilização de amostras compostas em 20 das 60 parcelas. Essas amostragens abrangeram diferentes posições topográficas do terreno (Figura 1C). As amostras foram secas ao ar e passadas por uma peneira com malha de 2 mm. O pH foi medido em água e em KCl 1*N*. Os teores de Ca^{2+}, Mg^{2+} e Al^{3+} disponíveis foram determinados no extrato de Mehlich (H_2SO4, 0,025*N* HCl, 0,05*N*) e P, K^{1+}, Fe^{3+} e Mn^{2+} no extrato de KCl, 1*N*. O alumínio foi determinado por titulação com NaOH (0,025*N*). Obteve-se o fósforo por colorimetria, utilizando-se o mobiliato de amônia, em um comprimento de onda de 660 nm. O teor de matéria orgânica do solo foi estimado com a aplicação do método de Walkley e Black (1934). Os teores de outros elementos foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica ou emissão de chama (Allen, 1974). As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, e as análises de textura do solo foram realizadas no Laboratório de Manejo de Solos do Instituto de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e seguiu o método de pipeta conforme recomenda a Embrapa (1997).

Análise dos dados

Para cada floresta, foram determinados a diversidade, a área basal e o valor de importância relativa (VI) do componente arbóreo (Muller-Dombois e Ellenberg, 1974), calculados mediante o programa FITOPAC 2 (Shepherd, 1994). Como o objetivo deste trabalho foi determinar as diferenças na estrutura entre as duas fisionomias de uma maneira geral, escolheram-se a ordenação das 20 espécies com maiores valores de importância como descritores das duas comunidades. A posição das espécies nos estratos verticais das florestas foi realizada com a análise gráfica da amplitude das alturas totais das populações (dados não apresentados). Dessa forma, foi possível estabelecer três estratos verticais bem definidos para as duas fisionomias: Estr:1= <10 m; Estr. 2=10 a 15 m e Estr. 3= >15 m. Os valores da estrutura de todas as espécies nas duas florestas foram registrados em Kilca (2007). Para a realização das análises estatísticas, primeiramente testes de normalidades e homogeneidades das variâncias foram realizados para todos os conjuntos de dados. As diferenças entre as duas florestas, quanto às médias dos atributos da vegetação e os atributos do solo, foram calculadas por meio de testes paramétricos (teste *t* para amostras independentes) e não paramétricos (teste *U* de Mann-Whitney). Foi utilizado o teste de análise de variância de um fator, seguido do teste de Tukey, a fim de comprovar diferenças de médias no teor de umidade do solo nas diferentes profundidades, nas estações seca e úmida. Em todas as análises estatísticas foi considerado o nível de confiança de 95%.

Resultados

Diferenças na variação sazonal da umidade do solo

O estudo realizado revelou que as duas florestas divergiram significativamente quanto ao teor médio de umidade superficial do solo (0-10 cm), nas duas medições das diferentes estações do ano (0-10 cm: meio da estação seca – $t_{5\%,18}$= -3,35, p=0,003; final da estação seca- $t_{5\%,18}$= -4,55, p=0,002; meio da estação úmida – $t_{5\%,18}$= -2,68, p=0,015; final da estação úmida $t_{5\%,18}$= -2,62, p=0,017; Figura 2A). Nessa mesma profundidade do solo, os teores médios de umidade sempre permanecerem maiores para a FS (Figura 2A). Na profundidade de 20-30 cm de solo, a umidade diferiu significativamente entre as florestas, apenas no final da estação úmida ($t_{5\%,18}$= 5,53, p<0,001; Figura 2B), e ocorreu maior umidade média para a FS. Por fim, na última camada de solo (40-50 cm), a umidade revelou diferenças significativas entre o meio da estação seca ($t_{5\%,18}$= 2,15, p=0,04; Figura 2C) e o final da estação úmida ($t_{5\%,18}$= 5,96, p<0,001; Figura 2C). O teste ANOVA comprovou diferenças de alta significância no teor médio de umidade do solo para três profundidades em todas as medições (p<0,001; Figuras 2A-C). Para a FS, o teste de Tukey, que comparou as médias de umidade do solo nas três profundidades nas quatro medições (nas duas estações climáticas), revelou não existirem diferenças apenas entre a estação seca (meio e final da estação), mas diferenças altamente significativas nas demais comparações (p<0,01; Figura 2A). Na FD, o teste de Tukey revelou que a umidade na camada superficial do solo (0-10 cm) não variou substancialmente entre o meio e o final da estação seca, mas houve diferença estatística para as demais comparações nas diferentes

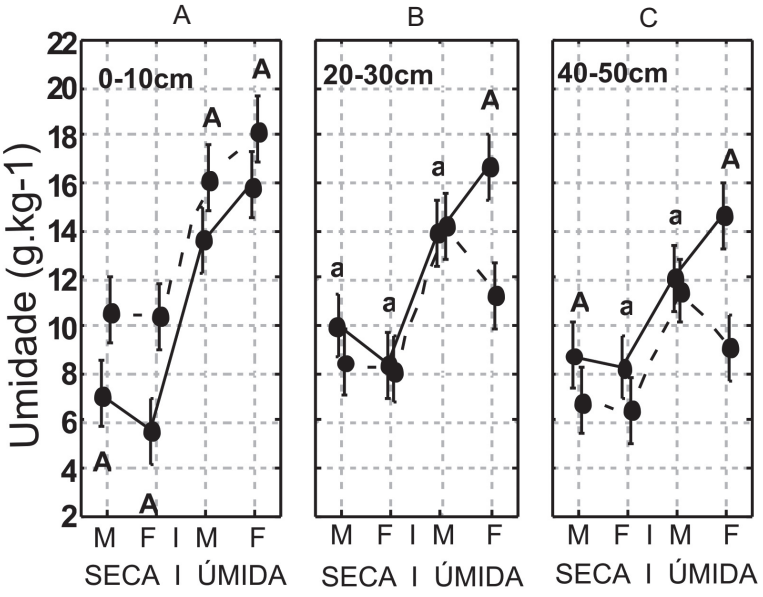

Figura 2. A-C, Umidade do solo (g.kg-1) registrada em três profundidades do solo (0-10 cm, 20-30 cm e 40-50 cm) para uma floresta estacional semidecidual (—) e uma floresta estacional decidual (▪▪▪ para A, B, C) no vale do rio Araguari (MG), bioma Cerrado. As coletas ocorreram no meio (M) e final (F) das estações seca e úmida. As figuras geométricas representam a média e os traços verticais o intervalo de confiança da média (IC=95%). As letras maiúsculas (A) representam diferenças significativas e as letras minúsculas, diferenças não significativas (a), para a comparação das médias (teste t) entre as duas florestas, no mesmo período de coleta e para a mesma profundidade do solo.
Figure 2. A-C, soil humidity (g. kg-1) registered in three soil depths (0-10 cm, 20-30 cm and 40-50 cm) for a seasonal semidecidual forest (—) and a seasonal decidual forest (▪▪▪ for A, B, C) in the Araguari river valley, Minas Gerais State, Cerrado biome. Records occurred in the middle (M) and final (F) of the dry and wet seasons. The geometric figures represent the average and the vertical traces the average confidence interval (CI = 95%). The uppercase letters (A) represent significant differences and lowercase letters, no significant differences (a), for the comparison of averages (t test) between the two forests, in the same record period and for the same depth of soil.

medições (p<0,01; Figuras 2A-C). Na profundidade de 20-30 cm de solo da FD, foram constatadas diferenças relevantes entre o meio da estação seca com o meio (p<0,01) e final da estação úmida (p=0,03), e o final da estação seca e o meio da estação úmida (p<0,01). Na mesma FD, a umidade do solo na camada mais profunda (40-50 cm) revelou diferenças significativas entre as medições: meio da estação seca e úmida (p<0,01) e final da estação seca e meio da estação úmida (p<0,01). Nos respectivos períodos de coletas de umidade do solo, não foram registrados índices pluviométricos para o meio da estação chuvosa, se evidenciou pouca pluviosidade para o final da estação seca e foram anotadas chuvas diárias no meio e no final da estação chuvosa (Figura 4).

Diferenças na textura e química dos solos

A textura do solo sob a FD foi franco-argilo-arenosa, com elevados valores de argila, silte e areia fina em relação à FS, e as médias das duas primeiras classes texturais do solo diferenciaram-se, estatisticamente. O solo da FS apresentou textura franca arenosa com significativa maior porcentagem de areia grossa em relação à FD (Tabela 1).

Os solos da FS foram mais ácidos que os da FD (pH em água e em KCl) e apresentaram maiores teores apenas para alumínio (FS= 1,3±0,6; FD= 0,05±0,02) e ferro (FS= 58,1±23,7; FD= 5,6±4,9), ao passo que os demais elementos avaliados tiveram maiores teores na FD (diferindo significativamente com P=<0,001, exceto teores de fósforo com P=0,028), segundo demonstra a Tabela 1.

Diferença na estrutura e composição das espécies nas duas comunidades

A floresta estacional semidecidual apresentou maior riqueza total (FS= 92, FD= 57), média de espécies por parcela (FS= 13,6, FD= 10,6;

Tabela 1. Teores dos elementos químicos e texturais para amostras superficiais (0-20 cm) em neossolos sob uma floresta estacional semidecidual (FS) e uma floresta estacional decidual (FD), nas encostas do vale do rio Araguari (MG), bioma Cerrado. Os valores estão expressos pela média e desvio-padrão (±) e, logo abaixo, pela amplitude dos valores (min.-máx.).
Table 1. Levels of the chemical elements and texture to surface samples (0-20 cm) in Neossolos under a seasonal semidecidual forest (FS) and a seasonal decidual forest (DF), the slopes of the valley of the Araguari river valley, Minas Gerais State, Cerrado biome. Values are expressed as average and standard deviation (±) and, below, the range of values (min.- max.).

Atributos químicos	FS	FD	Estatística
pH (KCl)	3,9±0,3 (3,81-5,2)	5,4±0,5 (4,52-7,19)	t= -9,990; gl= 38; p<0,001
pH (H_2O)	4,6±0,9 (4,29-6,04)	6,1±0,4 (5,57-7,5)	t= -12,933; gl = 38; p<0,001
N (%)	1,8±0,14 (0,15-2)	3,9±0,3 (3,5-4,44)	t= 24,280; gl =5; p<0,001
C orgânico (%)	14,2±4 (9,2-1,84)	32,7±4,7 (26,1-38,9)	t= 32,427; gl =5; p<0,001
Mg ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,38±0,38 (0,07-1,48)	2,9±1,7 (0,44-5,95)	t= -6,467; gl = 38; p<0,001
K ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,2±0,06 (0,18-0,47)	0,6±0,1 (0,38-0,95)	t= -12,933; gl = 38; p<0,001
Ca ($cmol_c.dm^{-3}$)	1,3±3,7 (0,06-17,29)	17±4,1 (8,48-24)	t= -12,739; gl = 38; p<0,001
Al ($cmol_c.dm^{-3}$)	1,3±0,6 (0,05-3,25)	0,05±0,02 (0,0-0,1)	t= 8,268; gl = 38; p<0,001
P ($mg.dm^{-3}$)	0,03±0,02 (0,02-0,13)	0,08±0,1 (0,01-0,50)	t= 2,287; gl = 38; p=0,028
Mn ($mg.dm^{-3}$)	86±55,4 (40,1-234)	204,9±80,9 (85,2-295,5)	t= -5,509; gl = 38; p<0,001
Fe ($mg.dm^{-3}$)	58,1±23,7 (8,8-86,6)	5,6±4,9 (1,9-23,9)	t= 9,705; gl = 38; p<0,001
Atributos texturais	**FS**	**FD**	**Estatística**
Areia grossa ($g.Kg^{-1}$)	380,1±108	177±40	t= 7,491; gl = 38; p<0,001
Areia fina ($g.Kg^{-1}$)	269,3±130	323,7±36,6	t= 1,231; gl = 38; p=0,226
Silte ($g.Kg^{-1}$)	98,2±55,2	153,5±46,1	t= 3,103; gl = 38; p=0,004
Argila ($g.Kg^{-1}$)	252,3±53,5	346±95,5	t= 5,408; gl = 38; p<0,001

p<<0,001) e diversidade alfa, pelo índice de Shannon (FS= 3,448 nats/ind.$^{-1}$; FD= 2,672 nats/ind.$^{-1}$) em relação à FD (Tabela 2). A floresta estacional semidecidual apresentou também maiores valores para a área basal, o diâmetro máximo e mediano por parcela (FS= 28,9, FD= 25,4; p<0,001), o número total de árvores mortas e CAP das árvores mortas (FS= 38,3, FD= 23,2; p<0,001), em comparação com a floresta estacional decidual, como apresenta a Tabela 2. Por outro lado, a FD evidenciou maiores valores para a densidade total, a altura máxima e o valor mediano da altura das árvores mortas (FD= 7 m; FD= 5 m; p=0,03) em relação à FS (Tabela 2). A FD demonstrou, em relação à FS, maior dominância por uma espécie, revelada pelos valores elevados de equabilidade para a FS e baixos para a FD (FS= 0,766; FD= 0,661) (Tabela 2). Não foram constatadas diferenças significativas entre as florestas para a média de indivíduos por parcela (FD= 27,1, FS= 24,9, p=0,09) e a altura média de indivíduos por parcela (FD= 8,65, FS= 8,31, p=0,10) (Tabela 2).

As duas florestas apresentaram uma similaridade de 43% das espécies (índice de Sorensen = 0,43) e apenas uma espécie em comum (*Casearia gossypiosperma*), entre as 20 mais importantes de cada comunidade. As 20 primeiras espécies com maiores valores de importância relativos representaram na FD 87% do VI total da comunidade, 92% do total de indivíduos e 87% da área basal total, ao passo que, na FS, apresentaram valores de 80%, 82% e 87,6% nos respectivos parâmetros, como mostra a Tabela 3. A espécie com maior densidade na FD (*Guazuma ulmifolia*) representou 29,5% do total de indivíduos vivos amostrados nessa fisionomia e registrou mais que o dobro de indivíduos da segunda espécie do *ranking* (*Myracrodruon urundeuva*), de acordo com o que evidencia a Tabela 2. Na FS, a espécie de maior densidade (*Alibertia sessilis*) representou 8,3% do total de indivíduos vivos da comunidade e a diferença desta para a segunda espécie do ranking (*Casearia grandiflora*) foi de apenas 16 indivíduos (Tabela 3).

Tabela 2. Atributos estruturais para uma floresta estacional semidecidual (FS) e uma floresta estacional decidual (FD) no vale do rio Araguari-MG, bioma Cerrado, onde: (i) CAP a 1,3 m de altura; (ii) estrato vertical 1 <10 m; (iii) estrato vertical 2 de 10 a 15 m; (iv) estrato vertical 3 >15 m. Abreviações: **CAP**, circunferência do caule; **H'**, índice de diversidade de Shannon; **J**, equabilidade. Observações: 1, sem incluir as árvores mortas; 2, valores com média± desvio padrão; 3, mediana.

Table 2. Structural attributes for a seasonal semideciduous forest (FS) and a seasonal deciduous forest (DF) in the Araguari river valley, Minas Gerais State, Cerrado biome, where: (i) CAP at 1.3 m height; (ii) vertical stratum 1 <10 m; (iii) vertical stratum 2 between 10 to 15m; (iv) vertical stratum 3 > 15m. Abbreviations: **CAP**, trunk circumference; **H'**, Shannon diversity index; **J**, evenness. Observations: 1, without dead trees; 2, values with media ± standard deviation; 3, median.

Parâmetros	FS	FD	Estatística
Diversidade			
N. total de espécies	92	57	
N. de esp/parc.[2]	13,6±2,99	10,6±2,66	t= 6,85; gl=118; p<<0,001
Diversidade H'	3,448	2,672	
Equabilidade J'	0,766	0,661	
Similaridade	0,43		
Estrutura horizontal			
Densidade ha^{-1}	1.248	1.354	
Densidade total[1]	1.498	1.625	
N. de ind./parcela[2]	24,9±5,26	27,1±8,02	t= -1,70; gl=118; p=0,09
Área basal (m^2. ha^{-1})	23,30	14,99	
DAP máx. (cm)	94,70	69,42	
DAP /parc. (cm)[3]	28,9	25,4	U=655,5; p<<0,001
N. árvores mortas	89	63	
CAP árv. mort. (cm)[3]	38,3	23,2	U= 1659; p<0,001
Altura árv. mort. (m)[3]	5	7	U= 2223,5; p=0,03
Estrutura vertical			
Altura máx. (m)	20	23,5	
Altura méd./par. (m)[2]	8,31±1,2	8,65±1,14	t= -1,62; gl = 118; p=0,10

As espécies amostradas puderam ser classificadas quanto aos seus grupos funcionais de adaptação ao tipo de solo (umidade e fertilidade), deciduidade foliar, forma de vida e síndrome de dispersão (Tabela 3; Figuras 3A-C). Na FD, ocorreu elevada densidade de indivíduos com caráter decíduo, do dossel, calcícolas, xerófilos e anemocóricos (Figura 3A). Esses quatro últimos grupos também apresentaram elevados valores de VI e de área basal para a mesma floresta (Figuras 3B-C). A FS teve sua estrutura representada por outros grupos funcionais de espécies. A densidade de indivíduos foi maior para espécies com caráter semidecidual, pertencentes aos estratos do sub-bosque e emergentes, acumuladoras de alumínio e manganês, adaptadas a sítios mesófilos e indiferentes à umidade do solo e com síndrome de dispersão zoocórica e autocórica (Figura 3A). Esses mesmos grupos, com adição do grupo das espécies deciduais, também apresentaram os maiores valores nos atributos área basal e VI para a FS em relação à FD (Figuras 3B-C).

Discussão

Os resultados das medições sazonais de umidade no solo revelaram que os solos sob as duas florestas armazenam

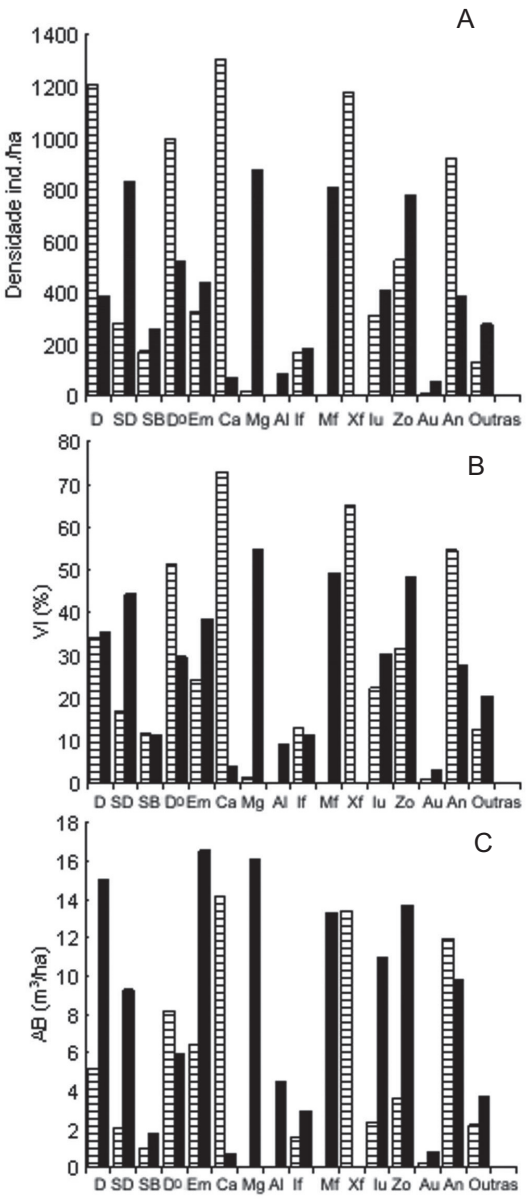

Figura 3. Valores dos atributos estruturais para os grupos funcionais das 20 principais espécies em cada um dos tipos de florestas estacionais no vale do rio Araguari (MG), bioma Cerrado. A floresta estacional semidecidual está representada pela barras pretas (▉), e a floresta estacional decidual, pelas barras listradas (≡). Os grupos funcionais pertenceram à ordem: (i) quanto à deciduidade foliar, (ii) quanto à forma de vida, (iii) quanto à acumulação de nutrientes, (iv) quanto à adaptação à umidade do solo e (v) quanto à síndrome de dispersão de propágulos. Abreviações: **D**, decíduo; **SD**, semidecíduo; **SB**, sub-bosque; **Do**, dossel; **Em**, emergentes; **Ca**, calcífilas; **Mg**, acumuladoras de magnésio; **Al**, acumuladoras de alumínio; **If**, indiferentes à fertilidade do solo; **Mf**, de ambientes mesófilos; **Xf**, de ambientes xerófilos; **Iu**, indiferente à umidade do solo; **Zo**, zoocoria; **Au**, autocoria; **An**, anemocoria; outras, demais espécies amostradas e seus valores totais nos diferentes atributos.

Figure 3. Structural attributes values for functional groups of 20 main species in each of the seasonal forest types in Araguari river, Minas Gerais State, Cerrado biome. The seasonal semidecidual forest is represented by the black bars (▉), and the seasonal decidual forest by striped bars (≡). Functional groups belonging to the order: (i) as regards deciduidade foliage, (ii) as to the way of life, (iii) as to the accumulation of nutrients, (iv) as regards adaptation of soil moisture and (v) as to syndrome of seed dispersion. Abbreviations: **D**, decíduo; **SD**, semidecíduo; **SB**, understory; **Do**, dossel; **Em**, emergents; **Ca**, calciphilous; **Mg** magnesium accumulating; **Al**, aluminium accumulating; **If**, indifferent to the soil fertility; **Mf**, mesophilous; **Xf**, xerophilous; **Iu**, indifferent to soil humidity; **Zo**, zoochoric; **Au** autochoric; in **An**, anemochoric; other, other species sampled and their total values in different attributes.

sazonalmente diferentes quantidades de água (Figuras 2A-C), seguindo o regime pluviométrico da região (Figuras 1 e 4). Esses resultados concordam com o estudo de Araújo *et al.* (1997b), no qual constataram que o teor de umidade no solo (0-15 cm e 15-30 cm) em uma floresta estacional decidual no vale do rio Araguari variou sincronicamente ao longo de dois anos, de acordo com a pluviosidade regional. Os solos na FD tenderam a acumular mais água que a FS para a camada superficial (Figura 2A), e a FS, a acumular mais água que a FD na camada profunda do solo (Figura 2C), ao longo do ano. Esse comportamento parece ter relação com os atributos físicos e químicos dos solos nas duas florestas. A FD apresentou textura mais argilosa e elevados níveis de carbono orgânico e cátions trocáveis (Tabela 1), o que determina uma baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção da água. Por outro lado, a FS com solos superficiais mais arenosos acumulou menos água na camada superficial (Tabela 1). Essas interações entre a textura e a capacidade de reter umidade no solo são bem conhecidas na literatura (Brady e Weil, 2002).

Os neossolos litólicos, a classe dos solos nas duas florestas, são normalmente arenosos e com baixa capacidade de retenção de água, mas o material de origem é que determina as variações nos atributos físicos desses solos (Alho *et al*., 2007). A textura franco-argilo-arenosa para a FD e franco-arenosa para a FS corroboram com os tipos de neossolos litólicos derivados de mesmas rochas, como identificados nesse estudo para a região do Triângulo Mineiro (Embrapa, 1982).

Assim como a textura dos solos, a quantidade de serrapilheira produzida pelo grande número de indivíduos e espécies caducifólios na FD (Tabela 2) também pode ter contribuído para a maior retenção da água na camada superficial desses solos. Essas fitofisionomias apresentam maior quantidade de serrapilheira na superfície dos solos do que nas florestas estacionais

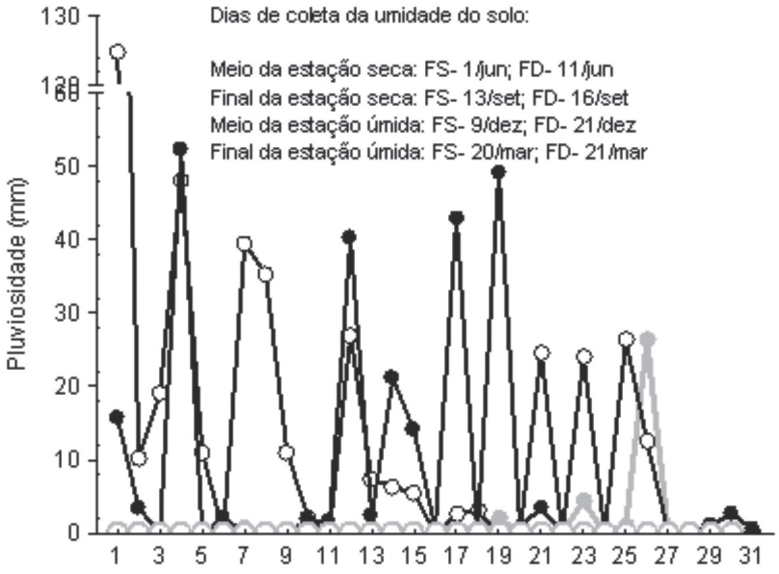

Figura 4. Histórico dos registros diários de chuvas obtidos nos meses em que foram realizadas as coletas de umidades de solos na floresta estacional semidecidual (FS) e na floresta estacional decidual (FD) no vale do rio Araguari (MG), bioma Cerrado. Os dias exatos das coletas em cada estação e em cada fitofisionomia estão apresentados no interior do gráfico. Fonte dos registros pluviométricos: Agência Nacional de Águas (ANA) - Estação Araguari (Cód.-1848010), distante 21 km das áreas de estudo e fora do vale do rio Araguari.

Figure 4. Historic of rainfall daily records obtained in the months in which the soil humidity were collected in the seasonal semidecidual forest (FS) and the seasonal decidual forest (FD) in the Araguari river valley, Minas Gerais State, Cerrado biome. The exact days in each record at each station and physiognomy are presented into the graph. Rainfall records source: National Agency of Waters (ANA) - Araguari station (code -1848010) 21 km away from the areas of study and outside of Araguari river valley.

semideciduais no Brasil central (Rizzini, 1979) e mostram que existe uma relação positiva entre a maior camada de serrapilheira e maior potencial de armazenar água na camada superficial do solo (Brady e Weil, 2002). A maior deciduidade foliar nas florestas deciduais parece ser fundamental para a manutenção da umidade do solo, principalmente na estação seca, em que a baixa cobertura foliar expõe o piso dessas florestas às mais altas temperaturas e incidências de radiação solar do ano (Borchert, 1994).

Os neossolos litólicos são bastante heterogêneos não apenas quanto aos atributos físicos, mas também quanto aos atributos químicos e mineralógicos, nos quais o material de origem determina as variações. A FD teve seu solo classificado como Neossolo Litólico Eutrófico, assentado sobre associações de rochas de micaxisto, associado com basalto; a FS foi classificada como Neossolo Litólico Distrófico Álico derivado de rochas de gnaisse, associadas com basalto (Gilberto Corrêa, com. pess.). Na FS, os solos mais ácidos e de elevado teor de Fe^{3+} e Al^{3+} condizem com as características de solos derivados do gnaisse (Kabata-Pendias e Pendias, 1984). Os altos teores desses elementos também estão associados com a baixa disponibilidade de K^{+}, Ca^{2+} e Mg^{2+} e maiores teores de Mn^{2+} no solo (Mengel e Kirkby, 1982; Kabata-Pendias e Pendias, 1984). Por outro lado, o solo da FD apresentou elevados teores em quase todos os nutrientes em relação à FS, em especial o Ca^{2+} e Mn^{2+}. As concentrações elevadas destes nutrientes (Tabela 1) estão relacionadas com a influência de rochas micaxisto-basálticas que se encontram associadas na área. Neossolos Litólicos Eutróficos sob florestas deciduais e Neossolos Litólicos Distróficos sob florestas semideciduais são comumente encontrados em vales do Triângulo Mineiro (Embrapa, 1982). No mesmo vale do rio Araguari, florestas estacionais deciduais em maiores altitudes que as da área deste estudo apresentaram solos de origem basáltica com elevada fertilidade e teores de Ca^{2+} e Mn^{2+} (Araújo *et al.*, 1997b; Souza *et al.*, 2007). Outro fator secundário que pode ter influenciado na fertilidade do solo da FD é a camada de serrapilheira produzida pelas espécies deciduais. A liteira é fundamental para o processo de disponibilização de muitos elementos, como carbono, nitrogênio, fósforo e cálcio no solo (Cole e Happ, 1981).

As duas fitofisionomias compartilharam baixa similaridade entre as 20 espécies com maiores VIs, e essas espécies apresentaram fortes características funcionais relacionadas com alguns atributos edáficos de cada fitofisionomia (Tabela 3; Figura 3). Nesse sentido, verificou-se que os solos ricos em Ca^{2+} da FD apresentaram 12 espécies entre as 20 com maiores VI (Tabela 2) que foram consideradas calcífilas por diversos estudos e, dessa forma, indicadoras de solos eutróficos, ricos em cálcio: *Celtis iguanae*, *Rhaminidium elaeocarpum* (Haridasan e Araújo, 2005), *Guazuma ulmifolia, Myracrodruon urundeuva, Anadenanthera colubrina, Dilodendron bipinnatum* e *Astronium fraxiniflorum* (Ratter *et al*., 1978; Araújo e Haridasan, 1997). Outras espécies listadas, como *Inga sessilis, Casearia mariquitensis, Aloysia virgata, Lonchocarpus cultratus* e *Casearia gossypiosperma* também aparecem com elevados VI, em FDs sob solos férteis e com elevadas concentrações de cálcio na região do Triângulo Mineiro (Araújo *et al*., 1997b; Oliveira-Filho *et al*., 1998; Souza *et al*., 2007) (Tabela 2).

A maioria das espécies que ocorreram na FS em altas densidades e VIs (Tabela 2) se enquadra nas classificações de espécies denominadas calcífugas e indicam solos mais pobres, com menor disponibilidade de Ca^{2+}. Dentro desse contexto, encontram-se as

Tabela 3. Atributos estruturais e funcionais das 20 espécies com maior valor de importância (VI) em uma floresta estacional decidual (FD) e uma floresta estacional semidecidual (FS), no vale do rio Araguari (MG), bioma Cerrado. Abreviações: **NI**, número de indivíduos; **AB**, área basal (m2); **Est.**, posição no estrato vertical: 1 = até 10 m, 2 = de 10<h≥15 m e 3 = >15 m; **Fer**., fertilidade do solo: Ca = calcícolas, Al = acumuladoras de alumínio, Mn = acumuladoras de manganês; **C.H.**, condição hídrica do solo: M = espécies mesófilas, S = espécies xerofíticas; **Dec.**, deciduidade foliar: C = caducifólia, SC = semicaducifólia. Para todos os grupos, foram acrescentadas as classes I = indiferentes e SI = sem informação.

Table 3. Structural and functional attributes of 20 species with higher importance value (VI) in a seasonal deciduous forest (DF) and seasonal semideciduous forest (FS) in the Araguari River valley, Minas Gerais State, Cerrado biome. Abbreviations: **NI**, number of individuals; **AB**, basal area (m2); **Est.**, position in the stratum: 1 = up to 10 m, 2 = 10 <h≥15 m and 3 = > 15 m; **Fer.**, soil fertility: Ca = limestone accumulating, Al = aluminum accumulating, Mn = manganese accumulating; **C.H.**, soil water condition: M = mesophilic species, S = xerophytic species; **Dec.**, deciduousness leaf: C = deciduous, SC = semi-deciduous. For all groups, the classes I = indifferent and SI = without information.

Espécies da FD	NI	VI	AB	Est.	Fer.	C.H.	Dec.
Guazuma ulmifolia Lam.	478	21,94	4,79	2	Ca	S	C
Myracrodruon urundeuva Allemão	225	14,38	3,78	3	Ca	S	C
Inga sessilis (Vell.) Mart.	170	8,36	1,14	2	Ca	S	SC
Casearia mariquitensis Kunth.	164	7,76	0,88	2	Ca	S	C
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	68	6,94	2,10	3	Ca	S	C
Dilodendron bipinatum Radlk.	46	2,91	0,35	2	Ca	I	C
Aloysia virgata (Ruiz and Pav.) Juss.	43	2,69	0,20	1	Ca	I	C
Rhamnidium elaeocarpum Reissek	34	2,34	0,20	2	Ca	I	C
Lonchocarpus cultratus (Vell.) Az.-Tozzi & H.C.Lima	32	2,26	0,27	2	Ca	I	SC
Coccoloba mollis Casar.	33	2,16	0,23	1	I	I	C
Celtis iguanae (Jacq.) Sarg.	29	2,11	0,25	1	Ca	I	SC
Aspidosperma parvifolium A.DC.	20	1,93	0,34	3	I	I	C
Campomanesia velutina (Cambess.) O. Berg	27	1,74	0,13	1	I	S	C
Machaerium brasiliense Vogel	22	1,69	0,11	1	I	I	SC
Handroanthus chysotrichus (Mart. Ex DC.) Mattos	21	1,62	0,17	2	I	S	C
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong.	15	1,57	0,29	2	I	I	C
Casearia gossypiosperma Briq.	21	1,36	0,08	2	Mn	I	C
Psidium guajava L.	19	1,35	0,07	1	Ex	I	SC
Astronium fraxinifolium Schott. ex Spreng.	15	1,25	0,18	2	Ca	S	C
Acacia polyphylla DC.	12	1,03	0,21	3	I	S	SC
Total	1494	87,36	15,78				
outras 37 spp.	131	12,64	2,22				
Espécies da FS							
Copaifera langsdorffii Desf.	81	11,67	6,74	3	Mn	I	C
Callisthene major Mart.	55	7,55	4,21	3	Al	M	C
Aspidosperma discolor A. DC.	120	7,37	2,33	3	Mn	M	SC
Alibertia sessilis (Vell.) K. Schum.	152	6,79	1,14	1	Mn	M	SC
Casearia grandiflora Cambess.	136	6,33	0,99	2	Mn	I	SC
Astronium nelson-rosae Santin	99	5,18	1,13	3	I	I	C
Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg	99	4,98	0,75	2	Mn	M	SC
Cheiloclinium cognatum (Miers.) A. C. Sm.	103	4,48	0,64	1	Mn	M	SC
Terminalia glabrescens Mart.	72	3,95	0,70	2	Ca	M	C

continua

Tabela continuação

Duguetia lanceolata A. St.-Hil.	54	3,05	0,45	3	Mn	M	SC
Apuleia leiocarpa (Vog.) J.F. Macbr.	26	2,37	0,82	3	M	I	C
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	37	2,35	0,52	2	M	M	SC
Micropholis venulosa (Mart. and Eichl.) Pierre	33	2,14	0,56	2	Mn	M	SC
Heisteria ovata Benth.	35	2,03	0,26	2	Mn	M	SC
Diospyros hispida A. DC.	24	1,89	0,56	2	Mn	I	SC
Luehea grandiflora Mart.	30	1,76	0,30	2	Al	M	C
Mabea fistulifera Mart.	24	1,55	0,51	2	I	I	SC
Hymenaea courbaril L.	7	1,43	0,86	3	Mn	M	C
Machaerium villosum Vogel	12	1,37	0,58	2	Mn	M	SC
Casearia gossypiosperma Briq.	19	1,33	0,22	2	Mn	I	C
Total	1218	79,55	24,29				
Outras 72 spp.	280	20,45	3,67				

Espécies calcífilas: Haridasan e Araújo (2005); Araújo *et al.* (1997b); Oliveira-Filho *et al.* (1998); Souza *et al.* (2007). Espécies acumuladoras de manganês: Haridasan e Araújo (2005). Espécies acumuladoras de alumínio: Araújo e Haridasan (1997); Araújo *et al.* (1997a). Indiferentes à fertilidade: Haridasan (2000). Espécies de sítios mais úmidos: Cardozo e Schiavini (2002); Rodrigues e Nave (2000); Rodrigues (2007). Espécies de sítios mais secos: Araújo *et al.* (1997).

espécies *Callistene major* e *Luehea grandiflora*, como acumuladoras de alumínio (Araújo e Haridasan, 1997; Araújo *et al.*, 1997a), e *Copaifera langsdorffii, Hymenaea coubaril, Casearia grandiflora, Duguetia lanceolata, Casearia gossypiosperma, Diospyrus hispida, Machaerium villosum, Alibertia sessilis, Myrciaria floribunda, Aspidosperma discolor, Cheiloclinium cognatum, Micropholis venulosa* e *Heisteria ovata*, como acumuladoras de manganês (Haridasan e Araújo, 2005).

Além das espécies denominadas como calcífilas e de ambiente fértil, a FD, que revelou os maiores teores de nitrogênio e carbono orgânico no solo (Tabela 1), também apresentou o maior número de espécies (6) e indivíduos (315) da família Fabaceae, em relação à FS (4 sp. e 125 ind.) (Tabela 3). Essa família de plantas tem uma relação muito significativa com a disponibilidade de carbono orgânico e nitrogênio no solo (Postgate, 1998). Outras espécies listadas não tiveram sua ocorrência determinada por algum fator edáfico específico (Tabela 3). *Psidium guajava,* uma espécie pioneira exótica, está relacionada com os impactos antrópicos pretéritos da FD (principalmente pastoreio bovino). As demais espécies podem ser consideradas como "sem informação" e/ou "indiferentes à fertilidade do solo" (Tabela 3), conforme Haridasan (2000).

Entre as 20 espécies mais representativas de cada comunidade, constataram-se características próprias quanto à deciduidade e adaptação à umidade do solo em cada floresta. A FS, sobre solos de maior umidade na camada profunda (40-50 cm), foi representada, em sua maioria, por uma flora de caráter semidecidual e mesófilo, a qual ocorre em sítios mais úmidos (Tabela 3; Figura 3). *Protium heptaphyllum* e *Copaifera langsdorffii* foram consideradas como as principais espécies representativas de uma mata de galeria na região do estudo (Moreno e Schiavini, 2001). Essas duas espécies, mais *Duguetia lanceolata, Hymenaea courbaril* e *Casearia gossypiosperma,* pertencem à lista das 75 espécies mais importantes das matas ciliares do sudeste do Brasil (Rodrigues e Nave, 2000). Das 20 espécies mais importantes da FS, 15 também foram amostradas em uma floresta ciliar do vale do rio Araguari (Rodrigues, 2007). Por outro lado, o solo da FD, mais seco nas camadas profundas (20 a 50 cm), apresentou uma flora mais decidual e adaptada a ambientes secos (Tabela 2), concordando com o estudo de Borchert (1994), no qual o autor demonstrou que a baixa umidade disponível do solo em sítios bem drenados estava relacionada com a deciduidade da maioria das espécies arbóreas. Araújo *et al.* (1997b) constataram esse mesmo comportamento para uma floresta decidual no vale do rio Araguari, que registrou, para o período de menor umidade do solo (estação seca), a deciduidade total de 88% das espécies e 95% dos indivíduos arbóreos da comunidade. Padilla e Pugnaire (2007) sugeriram que as espécies capazes de manter suas raízes nas camadas mais úmidas dos solos estão mais bem preparadas para resistir à estação seca. Essa condição pode estar entre as principais, juntamente com a fertilidade do solo, para a manutenção das florestas semideciduais em climas secos tropicais. Borchert (1994) considera que as diferenças na

disponibilidade de água, e não o regime sazonal de água, seja a principal causa da variação do estado hídrico da planta, dos eventos fenológicos e da distribuição das espécies.

Além da composição florística, as características edáficas avaliadas nos sítios parecem determinar seus padrões de diversidade e dominância. A FD apresentou, nesse estudo, menor diversidade e grande dominância de poucas espécies; a FS registrou o contrário (Tabelas 2 e 3). Este mesmo padrão de diversidade e dominância foi constatado, quando comparadas seis FS em solos mesotróficos e seis FD em solos eutróficos na região do Triângulo Mineiro (Kilca, 2007). A hipótese da exclusão competitiva interespecífica (Stevens e Carson, 1999) presume que uma ou poucas espécies dominantes poderão competir e excluir as outras espécies em hábitats férteis e, portanto, conduzir a uma comunidade menos diversa com poucas espécies muito abundantes.

Com o mesmo efeito que a fertilidade do solo, a disponibilidade de água no solo também pode ter contribuído para a diversidade e dominância nas duas fitofisionomias. Segura *et al.* (2003) compararam quatro sítios de florestas estacionais, sob distintos níveis de umidade e num mesmo vale no México. Verificaram, nessas condições, que a diversidade e riqueza de espécies diminuíram, e que a dominância aumentou com a diminuição da disponibilidade de água no solo.

De todos os atributos comparados entre as duas florestas (umidade do solo, nutrientes e textura do solo, diversidade e dominância), indicados na Tabela 2, verificou-se que a estrutura foi a que menos diferiu. A FS apresentou maior área basal e DAP total e por parcela em relação à FD. Considerando a relação das espécies nas duas florestas, observou-se que a FS apresentou maior riqueza, número de indivíduos, VI e área basal para espécies emergentes. O fato de a FS apresentar mais espécies de grande porte em relação à FD pode estar relacionado com as diferenças mencionadas (Tabela 2). Essa constatação encontra limitações porque houve diferenças em altura entre as duas florestas, mas não foram consideradas relevantes. Registros de outras quatro florestas semideciduais em solos mesotróficos e cinco florestas deciduais em solos eutróficos inventariadas no Triângulo Mineiro não indicaram diferenças para os atributos área basal e densidade de indivíduos entre as duas fitofisionomias (Araújo *et al.*, 1997a, 1997b; Araújo e Haridasan, 1997; Oliveira-Filho *et al*., 1998; Rosa e Schiavini, 2006; Souza *et al*., 2006, 2007). Da mesma forma, outros levantamentos na região do Triângulo Mineiro (Araújo *et al*., 1997b; Rosa e Schiavini, 2006; Souza *et al*., 2006) e em distintos locais no Cerrado (Nascimento *et al*., 2004) também indicam valores similares de alturas entre as duas fitofisionomias (em torno de 20-25m de altura). Rizzini (1979) registrou, de forma empírica, que as duas fitofisionomias do Brasil Central possuem semelhantes alturas totais e mesmo número de estratos verticais.

O maior número de indivíduos mortos, com menor altura e com maior DAP, na FS em relação à FD, não encontra respaldo na literatura, que registra para as florestas estacionais taxas de maior mortalidade para sítios mais secos (Segura *et al.*, 2003) e em estádios sucessionais mais jovens (Guariguata e Ostertag, 2001). Assim, a maior mortalidade de indivíduos com maior DAP e menor altura sobre solos mais úmidos e estádio sucessional mais tardio é uma questão que deixada em aberto para futuras investigações.

Este estudo de caso revelou que as florestas estacionais deciduais e semideciduais, em similares condições de encostas em um vale no Cerrado, diferem quanto aos atributos edáficos (nutrientes, textura e umidade do solo) e da vegetação (composição florística, diversidade e dominância). Essas propriedades edáficas singulares para cada tipo de vegetação parecem refletir nas adaptações de hábitos especialistas, de caráter mesofítico-semidecíduo-mesotrófico-zoocórico, predominantes nas florestas semideciduais, e xerofítico-decíduo-eutrófico-anemocórico nas florestas deciduais. Foi considerado que a diferença entre as idades das florestas estabeleceu influência apenas nos resultados de estrutura (altura média e AB), pois a bibliografia também reforça que as características edáficas e de composição florística realmente tendem a diferir entre as duas tipologias florestais. Os resultados também complementam as constatações de Ratter *et al.* (1978) sobre a distribuição das florestas deciduais e semideciduais nos ambientes de vales, demonstrando que as florestas estacionais semideciduais e deciduais podem ocorrer em altitudes semelhantes de meia encosta, e não se restringem às respectivas baixa encosta ou média encosta como o autor relatou. Portanto, a adaptação das florestas às condições específicas dos sítios (textura do solo, nutrientes) pode fazer com que as duas tipologias ocorram em altitudes variadas como a meia encosta ou até ribeirinhas, se for o caso (Felfili, 2006).

Esses resultados de caráter descritivo e exploratório remetem à necessidade de delinear experimentos específicos que busquem correlacionar as variáveis ambientais com as espécies nos estudos de comunidade, ou elaborar estudos de autoecologia/fisiologia das espécies, para confirmar, com mais detalhes, as diferentes adaptações das espécies que condicionam a existência dos dois tipos de florestas estacionais em pequenas distâncias no Cerrado. Da mesma forma, é importante considerar, nesses estudos, os diferentes estágios sucessionais de cada fitofisionomia, pois a composição, estrutura e função das florestas variam fortemente, caso apresentem grandes diferenças no seu estágio de desenvolvimento (Guariguata e Ostertag 2001; Pascarella *et al.*, 2000). De qualquer forma, as diferenças apontadas neste estudo de caso indicam que programas de manejo, conservação e restauração dos tipos de florestas estacionais

no Cerrado requerem programas específicos de planejamento.

Agradecimentos

Agradecemos a Mundayatan Haridasan (UnB) e Elias Borges (UFU) por disponibilizarem os laboratórios para as análises dos solos; à Adrelina dos Santos, da ANA, pela concessão dos dados pluviométricos; a Gilberto F. Corrêa (UFU), pelas sugestões dadas sobre os solos na região; aos colegas do curso de mestrado que trabalharam conosco em campo, Ariane S. Alves, Victor H. Rodrigues e Erick Aguiar, e ao Dr. Luis Fernando Alberti (UNESP), pelo auxílio na escrita do *abstract*.

Este artigo é parte da Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais do primeiro autor, trabalho financiado com bolsa de estudos da CAPES, este estudo integra o Projeto Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal. É também uma homenagem póstuma à Jeanine Felfili (UnB), pesquisadora dedicada ao conhecimento ecológico das fitofisionomias do Cerrado e que nos proporcionou, na época da pesquisa, importantes sugestões para a redação final do manuscrito.

Referências

ALHO, D.R.; JÚNIOR, J.M.; CAMPOS, C.C.M. 2007. Caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes matérias de origem. *Agrária*, **2**(2):117-122.

ALLEN, S.E. 1974. *Chemical analysis of ecological materials*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 565 p.

ARAÚJO, G.M.; HARIDASAN, M. 1997. Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro. *Naturalia*, **22**(1):115-129.

ARAÚJO, G.M.; GUIMARÃES, A.J.M.; NAKAJIMA, J.N. 1997a. Fitossociologia da vegetação nativa do Bosque John Kennedy, Município de Araguari, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, **20**(2):66-77.

ARAÚJO, G.M.; RODRIGUES, L.A; IVIZI, L. 1997b. Estrutura fitossociológica e fenologia de espécies lenhosas de mata decídua em Uberlândia, MG. *In:* L.L. LEITE; C.H. SAITO (orgs.), *Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado*. Brasília, Ed. UnB, p. 22-28.

ASKEW, G.P.; MOFFATT, D.J.; MONTGOMERY, R.F.; SEARL, P.L. 1970. Interrelationships of soils and vegetation in the savanna-forest boundary zone of north-eastern Mato Grosso. *The Geographical Journal*, **136**:370-376.

BACARRO, C.A.; MEDEIROS, S.M.; FERREIRA, I.L.; RODRIGUES, S.C. 2004. Mapeamento geomorfológico da Bacia do Rio Araguari (MG). *In:* S.C. LIMA; R.J. SANTOS (orgs.), *Gestão ambiental da Bacia do Rio Araguari - rumo ao desenvolvimento sustentável*. Brasília, CNPq, p. 1-20.

BARUQUI, F.M.; MOTTA, P.E.F. 1983. Interpretação de um trecho de mapa de solos do Triângulo Mineiro. *Informe Agropecuário*, **9**:45-63.

BORCHERT, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology*, **75**(5):1437-1449.

BRADY, N.C.; WEIL, R.W. 2002. *The nature and properties of soils*. 3ª ed., New Jersey, Prentice Hall, 881 p.

CARDOSO, E.; SCHIAVINI, I. 2002. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica*, **25**(3):277-289.

COLE, D.W.; HAPP, M. 1981. Elemental cycling in forest ecosystems. *In:* D.C. REICHELLE (ed.), *Dynamic properties of forest ecosystems*. Cambridge, Cambridge University Press, p. 341-409.

EMBRAPA. 1982. *Levantamento de reconhecimento de media intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 526 p. [Boletim de Pesquisa 1].

EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análises de solo*. 2ª ed., Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 212 p.

FELFILI, J.M. 2003. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. *In:* R.B. COSTA (org.) *Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste*. Campo Grande, UCDB, p.139-160.

FELFILI, J.M.; CARVALHO, F.A.; HAIDAR, R.F. 2005. *Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal*. Brasília, UnB, 55 p.

FELFILI, J.M. 2006. Diversidades de florestas subúmidas e semi-áridas. *In*: J.E.A. MARIATH; R.P. SANTOS (orgs). *Os avanços da botânica no século XXI*: *morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética.* Conferências Plenárias e Simpósios do 57° Congresso Nacional de Botânica. Porto Alegre, Sociedade Botânica do Brasil, p. 378-381.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. 2001. Neotropical secondary forest succession: Chances in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, **148**:185-206.

HARIDASAN, M. 2000. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado - Grupos Funcionais. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51, Brasília, *Anais: Tópicos atuais em Botânica*. SBB e EMBRAPA-CENARGEN, p. 159-164.

HARIDASAN, M.; ARAÚJO, G.M. 2005. Perfil nutricional de espécies lenhosas de duas florestas semidecíduas em Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, **28**:295-303.

IBGE. 2004. Mapa da vegetação brasileira. Available at: http://www.ibge.gov.br/, accessed on 10/10/2004.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. 1984. *Trace elements in soils and plants*. Boca Raton, CRC Press, 329 p.

KILCA, R.V. 2007. *Padrões florísticos, estruturais e relações edáficas entre dois tipos de florestas tropicais estacionais no Cerrado*. Uberlândia, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 64 p.

LEME ENGENHARIA. 1996. *Estudos de Impacto Ambiental* - EIA das UHEs Capim Branco I e II - Uso do Solo e Cobertura Vegetal (relatório e mapas temáticos). CCBEE, Belo Horizonte.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. 1982. *Principles of plant nutrition*. 3ª ed., Bern, International Potash Institute, 665 p.

MORENO, M.I.C.; SCHIAVINI, I. 2001. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, **24**(4):537-544.

MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG. H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, Wiley and Sons, 547 p.

MURPHY, P.G.; LUGO, A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematic*, **17**:67-88.

MURPHY, P.G.; LUGO, A.; MURPHY, A.; NEPSTAD, D. 1995. The Dry Forests of Puerto Rico's South Coast. *In:* A.E. LUGO; C. LOWE (eds.), *Tropical forests: management and ecology*. New York, Springer Verlag, p.178-209.

NASCIMENTO, A.T.; FELFILI, J.M.; MEIRELLES, E.M. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta botanica Brasilica*, **18**(3):659-669.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. *In:* P.S. OLIVEIRA; R.J. MARQUIS (eds.), *The Cerrados of Brazil*: *Ecology an natural history of a Neotropical savanna.* New York, Columbia University Press, p. 91-120.

OLIVEIRA-FILHO, A.T., CURI, N., VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A. 1998. Effects of canopy gaps, topography and soils on the distribution of woody species in a Central Brazilian deciduous dry forest. *Biotropica*, **30**:362-375.

PADILLA, F.M.; PUGNAIRE, F.I. 2007. Roo-

ting depth and soil moisture control Mediterranean woody seedling survival during drought. *Functional Ecology*, **21**(3):489-495.

PASCARELLA, J.B.; AIDE, T.M.; SERRANO, M.I.; ZIMMERMAN, J.K. 2000. Land-use history and forest regeneration in the Cayey Montains, Puerto Rico. *Ecosystems*, **3**:217-228.

POSTGATE, J. 1998. *Nitrogen fixation*. 3ª ed., Cambridge, Cambridge University Press, 112 p.

RATTER, J. A.; RICHARDS, P. W.; ARGENT G.D.; GIFFORD, D.R. 1973. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo expedition area. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, *ser. B*, **266**(880):449-492.

RATTER, J.A; ASKEW, G.P.; MONTGOMERY, R.F.; GIFFORD, D.R. 1978. Observation on forests of some mesotrofic soils in Central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, **1**:47-58.

RIZZINI, C. 1979. *Tratado de fitogeografia do Brasil*: *aspectos sociológicos e florísticos*. São Paulo, Hucitec/EdUSP, 375 p.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.A. 2000. Heterogeneidade florística das Matas Ciliares. *In:* R.R. RODRIGUES; H.F. LEITÃO-FILHO (eds.), *Matas ciliares*: *conservação e recuperação*. São Paulo, Edusp/Fapesp, p. 45-71.

RODRIGUES, V.H.P. 2007. *Estrutura de uma floresta ciliar no rio Araguari, Uberlândia, MG*. Uberlândia, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 80 p.

ROSA, A.G.; SCHIAVINI, I. 2006. Estrutura da comunidade arbórea em um remanescente florestal urbano (Parque do Sabiá, Uberlândia, MG). *Bioscience Journal*, **22**(1):151-162.

ROSA, R.; BRITTO, J.L.S.; LIMA, S.C. 2006. Uso do solo e cobertura vegetal na área de influência do UHE Capim Branco I. *Sociedade & Natureza*, **18**(34):133-150.

SEGURA, G., BALVANERA, P.; DURAN, E.; PEREZ, J.A. 2003. Tree community structure and stem mortality along a water availability gradient in a Mexican tropical dry forest. *Plant Ecology*, **169**:259-271.

SHEPHERD, G.J. 1994. *FITOPAC*: *manual do usuário*. Campinas, UNICAMP/Departamento de Botânica, 94 p.

SOUZA, J.P.; ARAÚJO, G.M.; DUARTE, P. C.; SCHIAVINI, I. 2006. Comparison between canopy trees and arboreal lower strata of urban semideciduous seasonal forest in Araguari - MG. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **49**:775-783.

SOUZA, J.P.; ARAÚJO, G.M.; HARIDASAN, M. 2007. Influence of soil fertility on the distribution of tree species in a deciduous forest in the Triângulo Mineiro region of Brazil. *Plant Ecology*, **19**:253-263.

STEVENS, M.H.; CARSON, W.P. 1999. Plant density determines species richness along an experimental fertility gradient. *Ecology*, **80**(2):455-465.

WALKLEY, A.; 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.

Submitted on May 15, 2009.
Accepted on September 10, 2009.