

Aspectos edáficos e estruturais de uma Floresta Estacional Decidual antes do enchimento de uma barragem em Araguari, Minas Gerais

Ricardo V. Kilca¹, Ivan Schiavini², Glein A. Monteiro² & Anaelena B. Moraes³

¹Universidade Federal de Santa Maria, Laboratório de Dendrologia e Fitossociologia, Av. Roraima, prédio 44c. CEP 97015-900, Santa Maria, RS, Brasil. rvkilka@gmail.com

²Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Campus Umuarama, Bl.2D, sala 26. CEP 34800-902, Uberlândia, MG, Brasil.

³Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, prédio 13, sala 1205A. CEP 97105-900. Santa Maria, RS, Brasil.

Recebido em 11.V.2010. Aceito em 12.V.2011

RESUMO – Foram analisadas as condições da umidade, características químicas/físicas do solo e da estrutura do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Estacional Decidual localizado nas margens da represa Amador Aguiar II, Araguari-MG, antes do seu enchimento. A análise ocorreu em duas escalas: para a comunidade como um todo e por grupos de unidade amostrais que representarão os locais mais próximos e os mais distantes da cota de alagamento. O solo da floresta é do tipo Neossolo Litólico, rico em Ca, Mn e CO. A umidade do solo diminuiu significativamente com o aumento da profundidade nas duas estações climáticas. Foram amostrados 1625 indivíduos, 58 espécies, área basal de 19,6m² e as alturas média com 8,5m e máxima com 23,5m. Entre os locais próximos e distantes da cota de alagamento houve diferença estatística apenas para quatro atributos estruturais: número de indivíduos e de espécies, altura máxima e DAP médio.

Palavras-chave: impacto de reservatórios, cerrado, florestas estacionais

ABSTRACT – **Structural and edaphic aspects of a Seasonal Decidual Forest before filling the dam in Araguari, Minas Gerais.** This study presents information on humidity, physical and chemical characteristics of the soil and arboreal structure of a fragment of the decidual forest located on the margins of the Amador Aguiar II dam, Araguari-Minas Gerais, before its flooding. The edaphic conditions and vegetation structure were analyzed in two scales: as the community as a whole and as sampling units that represent the locations closest and most distant from the flooding quota. The forest soil is litholic, soil was rich in Ca, Mn, and OC. Soil moisture decreased significantly with increasing depth in two season: dry and wet. A total of 1,625 individuals, 58 species., 19,6m² basal area, 8,5m mean height and 23,5m maximum height were sampled. Between the locations closest and most distant from the quota of filling statistical difference was demonstrated only four structural attributes: species and individual densities, maximum height and mean stem diameter.

Key words: impact of reservoir cerrado, seasonal forest

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, muito tem sido relatado sobre os efeitos adversos da construção das represas sobre as características físicas, químicas e biológicas das águas dos rios, nos ecossistemas associados e no

clima global (Baxter, 1977; Barrow, 1988; WCD, 2000; Fearnside, 2002). De uma forma geral, existem os efeitos imediatos e óbvios esperados que ocorrem durante as atividades de construção do reservatório e os efeitos graduais ou sutis que são difíceis de serem preditos e que geralmente aparecem durante a fase de

operação do reservatório (Nilsson & Berggren, 2000). Nesse sentido, estudos de monitoramento de longa duração são considerados como os mais confiáveis para detectar, avaliar e prever as mudanças nos ecossistemas ribeirinhos e então proporcionar uma base útil de informações para programas de manejo adaptativo das comunidades naturais. Com o preenchimento do reservatório, as comunidades florestais localizadas à montante do barramento estariam sujeitas ao aumento da inundação no solo e da remoção da vegetação abaixo da cota de alagamento. Na área próxima do entorno do lago de captação as mudanças na vegetação são mais sensíveis e podem acarretar no desenvolvimento de uma nova comunidade de plantas adaptada as novas mudanças no nível de água (ver Kozłowski, 1997; Nilsson & Berggren, 2000; Lytle & Poff, 2004).

Os vales dos grandes rios no Triângulo Mineiro são unidades da paisagem do Bioma Cerrado onde diversas fitofisionomias ocorrem muito próximas. Nesses ambientes, Ratter *et al.*, (1978) propuseram que a disposição espacial da vegetação estaria relacionada fortemente com a umidade do sítio: as florestas ciliares ocorreriam junto aos cursos de água, em solos hidromórficos; as florestas estacionais semideciduais ocorriam na base do vale, em solos úmidos, e as florestas estacionais decíduais e/ou vegetação de cerrado nas meias encostas e/ou topo, sobre afloramentos rochosos, as primeiras e sobre solos mais bem drenados a segunda. Nesse sentido, drásticas mudanças nas condições hídricas poderiam causar grandes mudanças na vegetação dos vales onde foram construídas represas. Os vales nas bacias dos rios Paranaíba e Rio Grande, no Triângulo Mineiro oeste de Minas Gerais, atualmente abrigam cerca de 17 grandes reservatórios para a produção de energia elétrica (CEMIG, 2005). Ao mesmo tempo, essas encostas representam uma das mais importantes rotas de migração do contingente florístico provenientes do sul do país. Informações sobre as possíveis mudanças na vegetação e nas condições edáficas devido à formação dos lagos de captação nessa região são inexistentes.

O presente estudo teve como objetivo descrever as principais características edáficas e estruturais do componente arbóreo para uma floresta estacional decidual no vale do rio Araguari antes da formação do lago de captação em duas escalas de análises: para a comunidade como um todo e dentro da comunidade (descrever e comparar os atributos nas unidades amostrais localizadas próximas à futura cota de alagamento com aquelas unidades amostrais

distantes da cota de alagamento). Essas informações irão suportar as análises comparativas provenientes das séries de medidas repetidas ao longo do tempo que estão previstas no programa de monitoramento após o enchimento do lago de captação. Assim, as análises futuras poderão revelar qual a magnitude do impacto na vegetação, se as mudanças serão significativas em nível de pequena (algumas unidades amostrais), média (grupos de unidades amostrais) ou em ampla escala (na comunidade como um todo).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A UHE Amador Aguiar II está localizada no vale do rio Araguari entre os municípios de Uberlândia e Araguari, região do Triângulo Mineiro, Oeste de Minas Gerais. O barramento apresenta 60m de altura e 800m de comprimento, onde o reservatório está projetado para atingir uma área inundada de 45,11km² e atingir a cota de 565m. No início da etapa de construção da UHE um fragmento de 13,5ha de Floresta Estacional Decidual (18°40'S e 48°24'O) foi escolhido, considerando sua localização na proximidade da cota de alagamento e o melhor estado de conservação (Fig. 1). O histórico de perturbação conhecido desse fragmento remete informações (entrevistas com moradores) de início da sucessão após o abandono de área agrícola de subsistência, tendo uma idade estimada de 30 a 40 anos. O fragmento apresentou indícios de atividades recorrentes de perturbação, devido ao pastoreio bovino em meio à floresta, uma prática muito comum na região.

A altitude do vale do rio Araguari oscila entre 500m a 950m a.n.m. e o percentual de declividade varia entre 20 a 80% (Baccaro *et al.*, 2004). O vale corresponde a um canyon que corta litologias da Bacia Sedimentar do Paraná (rochas basálticas), atingindo no fundo do vale o Embasamento Cristalino Indiferenciado (rochas pré-cambrianas). Assim, as florestas ocorrentes nas encostas estão geralmente sobre afloramentos de basalto e de rochas de micaxisto e biotita-gnaiss do grupo Araxá (Baruqui & Motta, 1983; Nishiyama, 1989). Os solos nas áreas de encostas são do tipo Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Cambissolos Eutróficos e solos Litólicos Distróficos e Eutróficos (fonte original EMBRAPA 1982 modificado para o sistema EMBRAPA 1998). O clima da região é do tipo Aw (Köppen), caracterizado por um período seco, que compreende os meses de abril a setembro, e outro úmido, entre os meses de

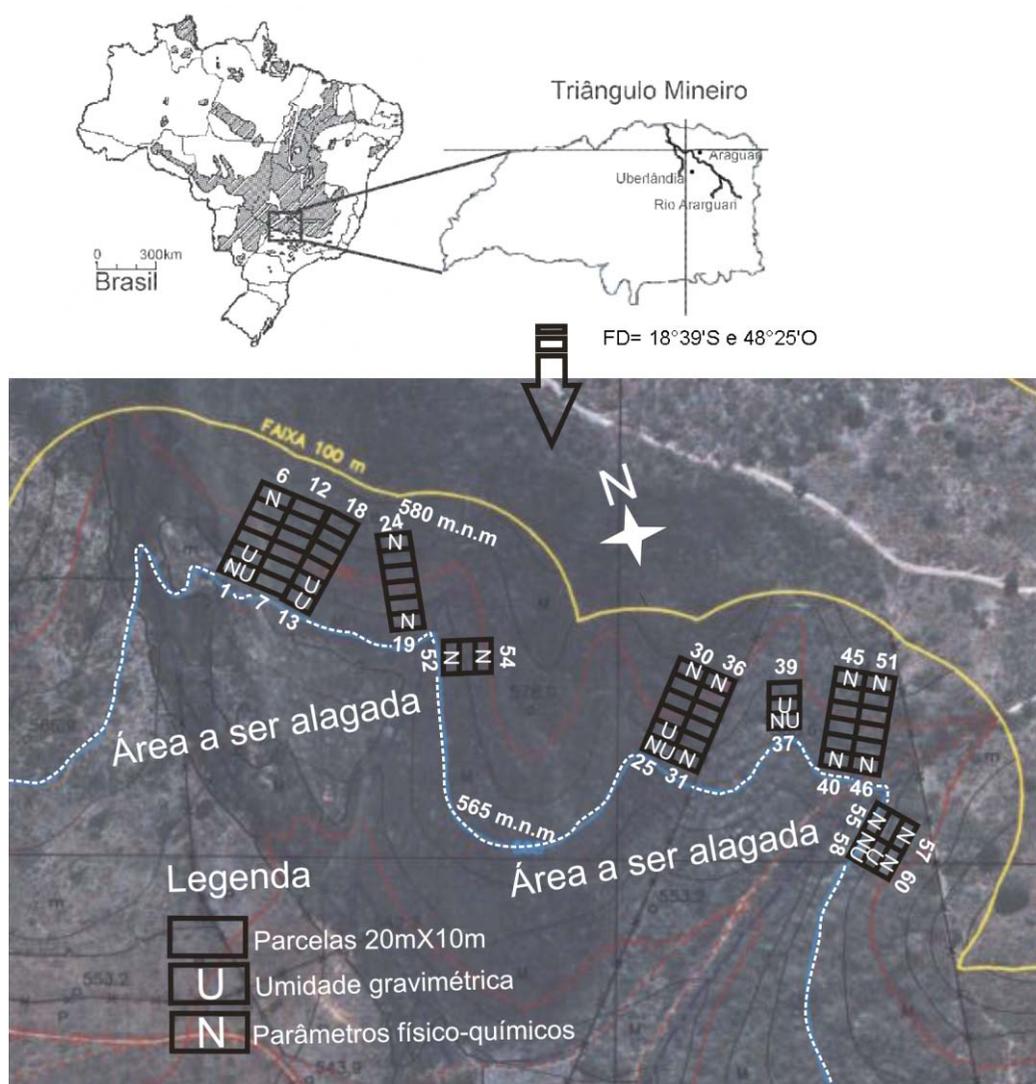


Fig. 1. Localização do Triângulo Mineiro no Bioma Cerrado e da área de estudo no vale do rio Araguari, entre os municípios de Uberlândia e Araguari (acima). Fotografia aérea do fragmento de floresta estacional decidual (FD) antes da construção da UHE Amador Aguiar II. A localização das 60 unidades amostrais de 20m X 60m dispostas entre a cota de alagamento (565m, linha pontilhada) e o limite da área de preservação permanente (linha branca). Os números alocados acima e abaixo dos transectos representam as seqüências das unidades amostrais. O croqui também mostra em quais unidades amostrais foram realizadas as coletas das características edáficas (umidade gravimétrica-U e parâmetros físico-químicos-N).

outubro a março (Rosa *et al.*, 2004). A temperatura média mensal fica em torno de 22°C, variando muito pouco entre as estações secas e chuvosas (5°C). A pluviosidade média anual é de 1700mm e varia fortemente entre as estações, concentrando 50% das chuvas do ano no trimestre mais chuvoso, de novembro a janeiro (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 estas em estágios secundários, sendo a maior parte da área utilizada para pastagens (50%) e demais culturas anuais (31%) (Rosa *et al.*, 2006).

Delineamento amostral

Foram escolhidos os trechos mais preservados e de fitofisionomia uniforme da Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2004). Nesses trechos foi estabelecida uma área amostral total de 1,2ha onde foram instaladas 60 unidades amostrais permanentes de 20mx10m (UAs) que foram distribuídas na forma de transectos lineares a partir da cota de alagamento do reservatório (565m) (Fig. 1). Evitou-se alocar as UAs em trechos de floresta com grandes clareiras e/ou com elevada densidade de árvores de pequena estatura, geralmente representadas por espécies pioneiras. Devido à descontinuidade espacial do

arranjo das UAs e das feições geomórficas da encosta, as UAs abrangeram trechos florestais com diferentes posições de exposição solar. Em cada UA foram amostrados e plaquetados todos os indivíduos arbóreos que apresentassem pelo menos um dos caules com circunferência igual ou superior a quinze centímetros, à altura de 1,3m da superfície do solo ($CAP \geq 15$ cm). As árvores que apresentaram protuberâncias (saliências ou raízes tabulares) a 1,3 m do solo tiveram sua medida de diâmetro tomada imediatamente acima destas. A área de estudo foi devidamente cercada para que seja mantida sem perturbação antrópica.

Utilizando-se coletas superficiais de solo (0 a 20cm de profundidade) foram retiradas amostras compostas em 20 das 60 UAs, em diferentes posições topográficas do terreno: nas UAs junto à cota de alagamento e nas UAs distantes da cota de alagamento (Fig. 1). As coletas ocorreram no mês de março de 2005, correspondendo ao final da estação chuvosa. As amostras foram secadas ao ar e passadas por uma peneira com malha de 2 mm. O pH foi medido em água e em KCl 1N. Os teores de Ca, Mg e Al foram determinados no extrato de Mehlich (H_2SO_4 , 0,025N HCl, 0,05N) e P, K, Fe e Mn no extrato de KCl, 1N. O Al foi determinado por titulação com NaOH, 0,025N. O P foi obtido por colorimetria, utilizando-se o mobiliato de amônia, em um comprimento de onda de 660 nm. O teor de matéria orgânica do solo foi estimada utilizando-se o método de Walkley & Black (1934). Os teores de outros elementos foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica ou emissão de chama (Allen, 1974). Os teores de carbono orgânico e nitrogênio total foram determinadas em amostras compostas de unidades amostrais localizadas próximas da cota do alagamento (grupo 1: UAs 1, 2, 6; grupo 2: UAs 17, 21, 25, 29; e grupo 3: UAs 42, 33, 50) e imediatamente acima da cota de alagamento (grupo 1: UAs 16, 5; grupo 2: UAs 28, 32, 58, 36; e grupo 3: UAs 45, 38, 53). As análises de textura do solo seguiram o método de pipeta conforme EMBRAPA (1997).

Para a análise da umidade gravimétrica do solo foram realizadas trincheiras de 50cm de profundidade no interior de 10 das 60 unidades amostrais onde foram realizadas coletas em três profundidades (0-10cm, 20-30cm e 40-50cm) (Fig. 1). As UAs onde foram realizadas as coletas situavam-se na linha paralela a cota de 565m e logo acima dessas, nas UAs subsequentes (10-15m, Fig. 1), evitando-se, assim, grandes variações decorrentes das mudanças

na posição da encosta (Yanagisawa & Fugita, 1999). A cada três meses, repetiu-se as coletas na mesma parcela onde foi realizada a coleta anterior, porém em locais distintos e equidistantes, representando o meio (11/6/06) e o fim (16/9/05) da estação seca e o meio (21/12/05) e o fim (20/3/06) da estação chuvosa. A metodologia de campo, procedimentos laboratoriais e a determinação dos valores do percentual de umidade gravimétrica seguiram as recomendações da EMBRAPA (1997).

Delineamento estatístico

Para descrever a estrutura geral da comunidade na floresta foram determinadas a densidade total, a área basal total, a riqueza de espécies, os índices de diversidade de Shannon e Simpson e a equabilidade. Também foram apresentados os valores do diâmetro do caule, máximo e médio, e alturas máximas e médias para o estande. Uma análise fitossociológica foi realizada para todas as espécies amostradas, revelando os seguintes atributos: número de indivíduos, número de unidades amostrais onde foram encontradas, densidade relativa, dominância relativa, frequência relativa, área basal e valor de importância (Muller-Dombois & Ellenberg, 1974). Todos esses cálculos foram realizados no programa FITOPAC 1.6 (Shepherd, 1994).

Alguns dos atributos estruturais e edáficos foram apresentados utilizando-se a análise das medidas de tendência central (média, mediana e quartis) e de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação) como medidas descritivas dos dados, pois apenas as medidas de centralização são insuficientes para resumir toda uma amostra (Daniel, 1995).

As médias dos valores de umidade do solo nas três profundidades foram comparadas com o teste ANOVA de um fator (com 5% de significância). O teste t-Student (com 5% de significância) foi utilizado para demonstrar diferenças de umidade para uma mesma profundidade, em diferentes estações climáticas (seca x chuvosa). Para essas análises foram agrupados os dados das duas medições (meio e final da estação) numa mesma estação climática.

Uma análise comparativa entre as unidades amostrais localizadas próximas à cota de alagamento e aquelas distantes da cota de alagamento foi realizada para demonstrar se as condições ambientais são uniformes ou significativamente variáveis dentro da floresta antes do enchimento do reservatório. Inicialmente agruparam-se em um conjunto de dados aquelas UAs mais próximas da cota de alagamento (565m) e em outro conjunto aquelas UAs que

apresentaram informações das coletas distantes da cota de alagamento (Fig. 1). Os atributos edáficos (quantidade de umidade do solo e teores dos elementos químicos) e estruturais (densidade de indivíduos e espécies, altura máxima e média, área basal, diâmetros máximos e médias) nesses dois conjuntos de dados foram descritos pelas medidas de posição e de dispersão. Os testes t-Student foram utilizados para verificar diferenças entre esses atributos quando pelo menos um dos conjuntos de dados apresentasse distribuição normal e quando as variâncias forem iguais. O teste F de Snedecor-Fisher foi utilizado para verificar a homogeneidade de variâncias. O teste U de Mann-Whitney foi utilizado quando os dois conjuntos de dados não apresentaram distribuição normal. Em todos essas análises foi considerado uma significância de 5%. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Lilliefors (com $p > 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do pacote computacional Statistica 6.0 (2001).

RESULTADOS

Características ambientais em nível da comunidade

O solo sob a floresta decidual revelou ser Neossolo Litólito com textura média cascalhenta e em relevo forte ondulado com substrato basalto. Apresentou em sua superfície acidez fraca, com elevados teores de Mn, Ca e carbono orgânico e baixos teores de Al e K. As maiores variações dos valores em torno da média ocorreram para os elementos P, Fe e Mg, que apresentaram elevados valores de coeficientes de variação (Tab. 1). O solo também demonstrou ser de textura franco-argilo-arenosa, com umidade significativamente variável nas três profundidades, nas duas estações climáticas (seca e chuvosa), sempre diminuindo a umidade com o aumento da profundidade. Os testes estatísticos também revelaram que a umidade do solo aumentou significativamente da estação seca para a chuvosa em todas as profundidades. Os valores mínimos de umidade do solo na estação chuvosa foram superiores à média calculada para a estação seca (Tab. 1).

O componente arbóreo na floresta amostrada (1,2 ha) revelou uma densidade de 1625 indivíduos sendo 63 árvores mortas em pé. Foram amostradas 58 espécies arbóreas sendo os índices de diversidades de Simpson igual a 0,124 e de Shannon igual a 2,732 nats/ind. O valor da equabilidade de Pielou foi de 0,673 (Tab. 2). A densidade média de indivíduos e de espécies por unidade amostral (UA=200m²) foi de 27 ind. e 10 spp., respectivamente. A área basal

total para a floresta foi de 19,6m² sendo 0,29m² o valor médio por UA. O diâmetro do caule (DAP) dos indivíduos apresentou a mediana dos valores máximos com 26,15cm e a média com 10,53cm (Tab. 2). Os valores mínimos e máximos registrados assim como os quartis para os atributos densidade, riqueza, área basal e DAP foram demonstrados na Tabela 2.

A mediana da altura máxima dos indivíduos ficou em 12,5m e a altura média com 8,65m. As árvores vivas que atingiram até 10m de altura máxima foram representadas por 1315 indivíduos e 51 espécies. As árvores com alturas entre 10 e 15 m foram representadas por 297 indivíduos e 33 espécies e, por fim, as árvores com alturas superiores de 15 metros foram representadas por 13 indivíduos e cinco espécies (Tab. 2). Oito unidades amostrais atingiram alturas máximas de 10 m, 41 atingiram alturas máximas entre 10 a 15 metros e apenas 11 unidades amostrais atingiram alturas superiores a 15m de altura.

A principal espécie que contribuiu para a estrutura da floresta foi *Guazuma ulmifolia* Lam., com 478 indivíduos e presentes em 59 UAs. Outras quatro espécies mais frequentes foram: *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Inga sessilis* (Vell.) Mart., *Casearia rupestris* Eichl. e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. Essas cinco espécies representaram 65,5% do total de indivíduos vivos. Dezoito espécies apresentaram entre 10 e 46 indivíduos e 19 espécies apresentaram entre dois a nove indivíduos. Por outro lado, 15 espécies apresentaram apenas um indivíduo amostrado (Tab. 3).

Características ambientais entre as unidades amostrais

A umidade do solo coletado nas três profundidades não diferiu estatisticamente entre as unidades amostrais localizadas próximas à cota de alagamento e aquelas localizadas 10 a 15 metros acima da cota de alagamento em todas as medições (meio e final das estações seca e chuvosa) (Fig. 2). Entretanto, foi registrada uma maior variabilidade na umidade nas camadas sub-superficiais nas UAs localizadas distantes 10-15m da cota de alagamento (Fig. 2).

A disponibilidade de nutrientes no solo também não demonstrou diferenças significativas entre as UAs próximas da cota de alagamento daquelas UAs distantes da cota de alagamento (Figs 3, 4). A menor variabilidade (< 20%) entre as UAs ocorreu para o pH (H₂O e KCl), C e N e as maiores variabilidades (> 50%) ocorreram para os nutrientes P, Fe e Mg

TABELA 1 – Teores dos elementos químicos e físicos para a superfície dos solos (0-20cm) e da umidade gravimétrica em três profundidades do solo em uma floresta estacional decidual nas margens da represa do Amador Aguiar II (Araguari-MG), antes do enchimento do lago de captação.

Atributos químicos	$\bar{x} \pm s$	Md	Min – Máx.	Q ¹ – Q ³
pH em KCl ^{ns}	5,41±0,57	5,34	4,52-7,19	5,17 – 5,61
pH em H ₂ O*	6,13±0,41	6,13	5,57-7,5	5,90 – 6,24
N (g.kg ⁻¹) ^{ns}	0,39±0,03	0,38	0,35-0,44	0,37 – 0,41
C orgânico (g.kg ⁻¹) ^{ns}	3,27±0,47	3,36	2,61-3,89	2,83 – 3,64
Mg (cmol (+).kg) ^{**}	2,93±1,76	2,76	0,44-5,95	1,49 – 4,53
K (cmol (+).kg)*	0,65±0,15	0,59	0,38-0,95	0,54 – 0,78
Ca (cmol (+).kg) ^{ns}	17,03±4,16	17,81	8,48-24	14,47 – 19,82
Al (cmol (+).kg) ^{**}	0,05±0,02	0,05	0,0-0,1	0,05 – 0,06
P (mg.kg-1) ^{**}	12,36±36,38	4,33	0,66-166,66	2,33 – 5,66
Mn (mg.kg ⁻¹) ^{**}	204,91±80,9	253,65	85,23-295,55	87,69 – 260,35
Fe (mg.kg ⁻¹) ^{**}	5,60±4,93	4,59	1,88-23,88	2,96 – 5,52
Umidade gravimétrica ‡				
Estação seca* (g.kg ⁻¹)				
0-10cm ^{***}	10,49±2,20	10,29	7,04-15,0	8,57-12,23
20-30cm ^{***}	8,31±2,19	8,27	4,54-11,39	6,25-10,32
40-50cm ^{***}	6,64±1,99	6,94	3,22-10,0	4,93-7,86
Estação chuvosa* (g.kg-1)				
0-10cm ^{***}	17,23±2,50	16,98	12,50-22,05	15,38-19,51
20-30cm ^{***}	12,31±3,02	12,74	7,69-19,17	10,96-14,39
40-50cm ^{***}	10,28±2,64	10,58	6,74-15,66	7,70-12,42
Atributos físicos				
Areia grossa (g.kg ⁻¹)	17,6±3,9			
Areia fina (g.kg ⁻¹)	32,3±3,6			
Silte (g.kg ⁻¹)	15,3±4,6			
Argila (g.kg ⁻¹)	34,5±9,5			
Textura	Franco argilo arenoso			
Origem	Basalto			

Média e desvio-padrão ($\pm s$), mediana (Md), amplitude (min.-máx.) e o primeiro e terceiro quartil dos valores (Q¹ – Q³). A normalidade dos dados foi testada através do teste de Lilliefors, sendo significativo (*p<0,05; **p<0,01) e não significativo (nsp>0,05). ‡ O teste de Lilliefors não foi significativo (p>0,20) para todos os dados de umidade gravimétrica. *Teste significativo para Anova (p<0,05) para a diferença das médias de umidade no solo nas três profundidades numa mesma estação climática. ***Teste t-Student significativo (p<<0,01) para a diferença na média de umidade do solo na mesma profundidade entre as duas estações climáticas.

(Figs 3, 4). Os outros elementos apresentaram variabilidade entre 20% e 40% (Al e Ca) e entre 10 e 30% (K e Mn) (Fig. 4).

Houve mudanças significativas para os atributos número de indivíduos, número de espécies, altura máxima e DAP médio entre as UAs mais próximas e aquelas mais distantes da cota de alagamento (Fig. 5). A variabilidade desses atributos foi similar nas duas posições da floresta. A maior densidade de espécies e indivíduos foi registradas nas UAs próximas à cota de alagamento e a maior altura máxima e maior DAP nas UAs distantes da cota de alagamento (Fig. 5). Não foram registradas

diferenças estatísticas significativas nos valores médios para os atributos área basal, altura média e DAP máximo.

DISCUSSÃO

Os solos sob as florestas estacionais decíduais no vale do rio Araguari são geralmente Neossolos Litólicos assentados sobre rochas graníticas, biotita-xisto, mica-xisto ou basalto (Souza, 2007; Souza *et al.*, 2007). Análises comparativas revelaram que os teores dos nutrientes não diferiram significativamente entre o Neossolos sobre biotita-xisto e granito

TABELA 2 – Atributos estruturais para uma comunidade arbórea (DAP>5cm) de uma floresta estacional decidual (FD) nas margens da represa do Amador Aguiar II (Araguari-MG) antes do enchimento do lago de captação.

Atributos estruturais	Valores absolutos	$\bar{x}\pm s$	Md	Mín – Máx.	Q ¹ – Q ³
Estrutura horizontal		-	-	-	-
Densidade total s/mortas (ha-1)	1354	-	-	-	-
Árvores mortas	63	-	-	-	-
Área basal s/mortas (m ² .ha-1)	14,99	-	-	-	-
Área basal c/mortas (m ² .ha-1)	16,34	-	-	-	-
Índice Shannon	2,732	-	-	-	-
Índice de equabilidade	0,673	-	-	-	-
Índice Simpson	0,124	-	-	-	-
Nº indivíduos vivos ns	1625	27,08±8,02	27,0	14-45	20-32
Nº espécies ns	58	10,06±2,66	10,0	4-17	8,5-12
Área basal (m ² .ha)ns	17,99	0,29±0,08	0,28	0,13-0,55	0,23-0,35
DAP máximo (cm)*	-	28,79±11,78	26,15	14,6-69,40	19,9-32,65
DAP médio (cm)ns	-	10,53±1,51	10,40	7,90-10,40	9,30-11,35
Estrutura vertical					
Altura máx. (m)**	-	13,17±2,77	12,5	9-23,50	11,75-14,25
Altura méd. (m)ns	-	8,65±1,14	8,80	6,30-11,0	7,8-9,45
Estr1(ind.esp.)	1315/51	-	-	-	-
Estr2 (ind.esp.)	297/33	-	-	-	-
Estr3 (ind.esp.)	13/5	-	-	-	-
Nº parcelas excl. Estr. 1	8	-	-	-	-
Nº parcelas excl. Estr. 2	41	-	-	-	-
Nº parcelas excl. Estr. 3	11	-	-	-	-

Os valores foram expressos através da média e desvio-padrão amostral ($\pm s$), seguido da mediana (Md), da amplitude (min.-máx.) e do primeiro e terceiro quartil dos valores (Q¹ – Q³). A normalidade dos dados foi testada através do teste de Lilliefors, sendo significativo (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$) ou não significativo ($nsp > 0,05$). Os estratos verticais foram estabelecidos da seguinte forma: Estr. 1= 1,3m à 10m; Estr. 2=10m < h \geq 15m e Estr. 3= 15m < h > 25m.

(Souza, 2007). Por outro lado, solos sobre o basalto diferiram significativamente dos solos derivados do mica-xisto para Ca, Mg, K, P e Mn (Souza *et al.*, 2007). No presente estudo, o Neossolo Litólico sobre o basalto foi mais rico em Mn, e carbono orgânico e apresentou menor disponibilidade de Fe em relação aos solos anteriormente mencionados. Por outro lado, os teores de pH, N, K e Al foram similares (Souza 2007; Souza *et al.*, 2007). Os elevados teores de Ca e Mn nas camadas superficiais do solo na área de estudo estão relacionados com a rocha de origem. Solos originados de rochas basálticas normalmente tendem a serem ricos nesses nutrientes (Krauskopf, 1972).

Nas florestas tropicais secas, as espécies estão adaptadas aos longos meses de baixa pluviosidade e, conseqüentemente, aos períodos de déficit hídrico resultante da insuficiente disponibilidade de umidade no solo (Medina, 1995). O regime pluviométrico diferenciado nas duas estações climáticas da região do estudo foi responsável pelo aumento significativo da umidade gravimétrica do

solo em todas as profundidades, quando comparada a estação seca com a chuvosa (Kilca, 2007). Araújo *et al.* (1997) avaliaram o conteúdo de água do solo de uma floresta estacional decidual no vale do rio Araguari por dois anos e o padrão de variação entre as duas estações descrito pelos autores foram similares ao demonstrado no presente estudo. Os autores ainda encontraram relação entre a diminuição da umidade do solo com o aumento e duração da deciduidade foliar das espécies arbóreas. Os resultados também demonstraram que o conteúdo de umidade do solo tendeu a diminuir com o aumento da profundidade do solo (Tab. 1). A retenção da água na camada superficial de um solo pode ser determinada pela sua textura, pois ela caracteriza a área de contato entre as partículas sólidas e a água, determinando assim, as proporções de poros de diferentes tamanhos. Além da textura argilosa da camada superficial do solo, os elevados níveis de carbono orgânico e cátions trocáveis favorecem a retenção da água nessa camada (Brady & Weil, 2002).

TABELA 3 – Atributos estruturais das espécies amostradas em 1,2ha de floresta estacional decidual nas margens da represa do Amador Aguiar II (Araguari, MG) antes do enchimento do lago de captação.

Espécies	NI	DR	DoR	FR	AB	VI
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	478	28,32	24,43	9,20	4,7914	20,65
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	225	13,33	19,28	7,80	3,7805	13,47
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	170	10,07	5,83	7,80	1,1434	7,90
<i>Casearia rupestris</i> Eichl.	164	9,72	4,49	7,80	0,8813	7,34
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	68	4,03	10,70	4,68	2,0978	6,47
Morta	63	3,73	8,23	5,77	1,6140	5,91
<i>Dilodendron bipinatum</i> Radlk.	46	2,73	1,78	3,74	0,3481	2,75
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pavon) Juss.	43	2,55	1,02	4,06	0,1994	2,54
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	34	2,01	1,03	3,59	0,2015	2,21
<i>Lonchocarpus guilleminianus</i> (Tul.) Malme.	32	1,90	1,37	3,12	0,2677	2,13
<i>Coccoloba mollis</i> Casar	33	1,95	1,19	2,96	0,2340	2,04
<i>Celtis iguanae</i> (Jacq.) Sargent	29	1,72	1,28	2,96	0,2502	1,99
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Muell. Arg.	20	1,18	1,74	2,50	0,3414	1,81
<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O. Berg.	27	1,60	0,68	2,65	0,1326	1,64
<i>Machaerium paraguariensis</i> Hassl.	22	1,30	0,54	2,96	0,1051	1,60
<i>Tabebuia vellosi</i> Toledo	21	1,24	0,85	2,50	0,1662	1,53
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	15	0,89	1,49	2,03	0,2925	1,47
<i>Casearia gossypiosperma</i> Brinq.	21	1,24	0,42	2,18	0,0819	1,28
<i>Psidium guajava</i> L.	19	1,13	0,36	2,34	0,0703	1,27
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	15	0,89	0,93	1,72	0,1817	1,18
<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	12	0,71	1,09	1,09	0,2144	0,97
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	3	0,18	2,20	0,47	0,4324	0,95
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	10	0,59	0,94	1,09	0,1835	0,87
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	4	0,24	1,74	0,62	0,3408	0,87
<i>Allophylus sericeus</i> (Cambess.) Radlk.	13	0,77	0,26	1,25	0,0512	0,76
<i>Machaerium stiptatum</i> (DC) Vogel.	12	0,71	0,43	1,09	0,0834	0,74
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	9	0,53	0,50	1,09	0,0975	0,71
<i>Cordia alliodora</i> Cham.	7	0,41	0,74	0,94	0,1445	0,70
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	5	0,30	0,81	0,78	0,1587	0,63
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	9	0,53	0,17	0,78	0,0338	0,50
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	7	0,41	0,21	0,78	0,0410	0,47
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	6	0,36	0,26	0,78	0,0510	0,47
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	5	0,30	0,11	0,78	0,0214	0,40
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	4	0,24	0,12	0,62	0,0240	0,33
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	3	0,18	0,28	0,47	0,0556	0,31
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi.	1	0,06	0,65	0,16	0,1284	0,29
<i>Pouteria rivicoa</i> (Gartn.f.) Ducke	4	0,24	0,16	0,47	0,0307	0,29
<i>Erioteca candolleana</i> (K.Schum.) A.Robyns	2	0,12	0,41	0,31	0,0794	0,28
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. Ex DC.)	3	0,18	0,13	0,47	0,0252	0,26
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	2	0,12	0,09	0,31	0,0177	0,17
<i>Xylopia aromatica</i> Lam.	2	0,12	0,05	0,31	0,0097	0,16
<i>Unonopsis lindmanii</i> R.E.Fries.	2	0,12	0,03	0,31	0,0059	0,15
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand.	2	0,12	0,02	0,31	0,0046	0,15
<i>Ficus sp</i>	1	0,06	0,19	0,16	0,0375	0,14
<i>Cordia trichotoma</i> Vell. Arrab. ex Steudel	1	0,06	0,14	0,16	0,0276	0,12
<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler	1	0,06	0,14	0,16	0,0272	0,12
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	0,06	0,12	0,16	0,0229	0,11
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	0,06	0,11	0,16	0,0209	0,11
<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) DC.	2	0,12	0,04	0,16	0,0071	0,10
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	1	0,06	0,05	0,16	0,0106	0,09
<i>Aegiphylia sellowiana</i> Cham.	1	0,06	0,04	0,16	0,0079	0,09

Continua

TABELA 3 – Continuação

Espécies	NI	DR	DoR	FR	AB	VI
<i>Citrus sp</i>	1	0,06	0,04	0,16	0,0071	0,08
<i>Metrodorea pubescens</i> A.St.-Hil. & Tul.	1	0,06	0,04	0,16	0,0069	0,08
<i>Protium heptaphyllum</i> March.	1	0,06	0,03	0,16	0,0051	0,08
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	1	0,06	0,03	0,16	0,0050	0,08
<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	1	0,06	0,02	0,16	0,0039	0,08
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1	0,06	0,02	0,16	0,0039	0,08
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	1	0,06	0,01	0,16	0,0023	0,08
TOTAL	1625	100	100	100	14,99	100

NI = número de indivíduos amostrados por espécie; UA = número de unidades amostrais em que a espécie ocorreu; DR = Densidade relativa (%); DoR= Dominância relativa (%); FR = frequência relativa (%); AB = área basal (m².ha⁻¹); VI = valor de importância (%).

A estrutura geral da floresta antes do alagamento demonstrou ser similar com três florestas estacionais decíduais secundárias já amostradas no vale do rio Araguari. Além dos atributos como a densidade de espécies e indivíduos, os índices de diversidade e equabilidade, a área basal e as alturas máximas e médias as espécies mais importantes também foram muito similares. Apenas duas entre as cinco espécies mais importantes amostradas nesse estudo (*G. ulmifolia* e *I. sessilis*) não estiveram representadas entre as mais importantes nas florestas anteriormente descritas para o vale do rio Araguari (Souza, 2007; Souza *et al.*, 2007).

As análises comparativas da variação espacial dos atributos edáficos e estruturais dentro da floresta, por meio das amostras entre os trechos localizados próximos e distantes da futura cota de alagamento demonstraram poucas diferenças em pequena escala espacial. Apesar das mudanças topográficas, os atributos edáficos (umidade e teores de nutrientes) não variaram significativamente. Alguns estudos também não evidenciaram mudanças nos mesmos atributos em pequena escala espacial para florestas estacionais tropicais localizadas em ambientes de encostas (Yanagisawa & Fugita, 1999; Cox *et al.*, 2002). Por outro lado, as UAs próximas à cota de alagamento demonstraram maiores valores para número de espécies e de indivíduos e menores valores de altura máxima e DAP. Essas características estruturais podem representar um estágio mais jovem de sucessão em relação às demais UAs. Estudos apontam que florestas mais desenvolvidas e em melhor estágio de conservação demonstram maiores valores de DAP e altura e tendem a apresentar menor número de espécies e indivíduos (Guariguata & Ostertag, 2001). A maioria dos atributos estruturais apresentou maiores valores

do coeficiente de variação para o conjunto das UAs localizadas acima da cota de alagamento. Como a magnitude da variabilidade está relacionada também com o número de amostras (Daniel, 1995) a maior variação ocorreu justamente no conjunto de dados que apresenta a maior intensidade amostral (nas UAs que representam os trechos distantes da cota de alagamento).

De forma geral, os resultados revelaram que a área de floresta que será submetida ao corte da vegetação e alagamento em sua borda não diferiu quando aos aspectos edáficos e estruturais em nível de comunidade em relação às florestas estacionais decíduais que ocorrem nas encostas do vale do rio Araguari. Esses resultados demonstram as condições ambientais favoráveis para o estabelecimento dessas fitofisionomias no vale como a localização em posição de meia encosta e em solos não passíveis ao encharcamento permanente. Estudos demonstram que espécies não adaptadas ao alagamento podem demorar mais tempo para recuperar suas atividades fotossintéticas, inibem o crescimento e induzem a abscisão foliar em relação às espécies mais adaptadas a essa condição ambiental (Lobo & Joly, 2000). Dessa forma, espera-se que as espécies mais importantes da área amostrada sejam justamente as mais afetadas devido à falta adaptabilidade a ambientes de solos encharcados permanentemente.

As séries de amostragens repetidas do programa de monitoramento para os atributos estruturais e edáficos poderão elucidar se a magnitude do impacto será significativa em nível da comunidade como um todo ou será parcial e restrito ao trecho da floresta mais próxima ao lago de captação. As diferentes estimativas dos valores centrais e das variabilidades das amostras obtidas podem fornecer bons parâmetros indicativos da magnitude (total para o estande e

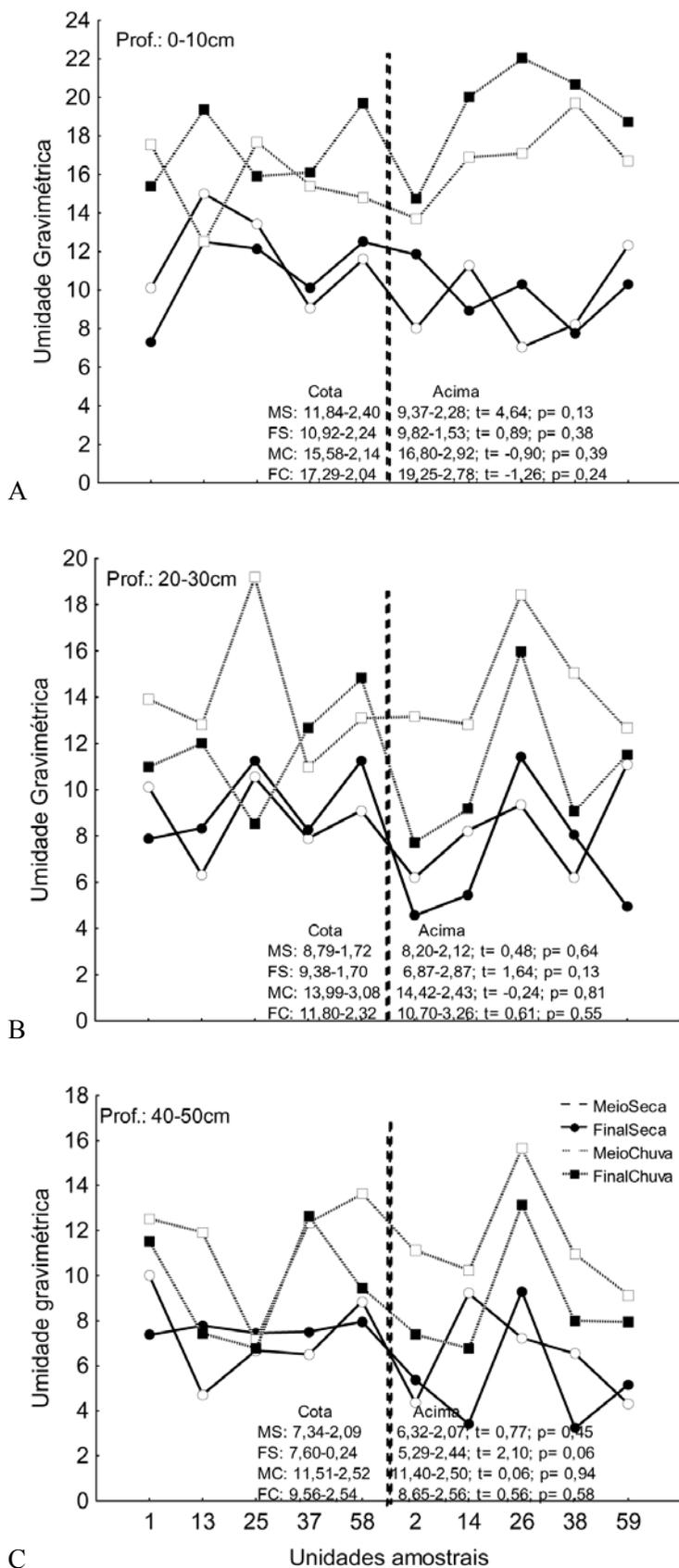


Fig. 2. Umidade gravimétrica (g/kg^{-1}) em três profundidades do solo: (A) 0-10cm, (B) 20-30cm e (C) 40-50cm, amostradas em 10 UAs no meio (M) e final (F) da estação seca (S) e chuvosa (C) para uma Floresta Estacional Decidual antes do enchimento da represa Amador Aguiar II, Araguari, MG. Os parâmetros da média e o desvio padrão amostral (\bar{x} -s) foram calculados para o conjunto das amostragens localizadas próximas à cota do alagamento (Cota) e imediatamente acima e distantes da cota de alagamento (Acima).

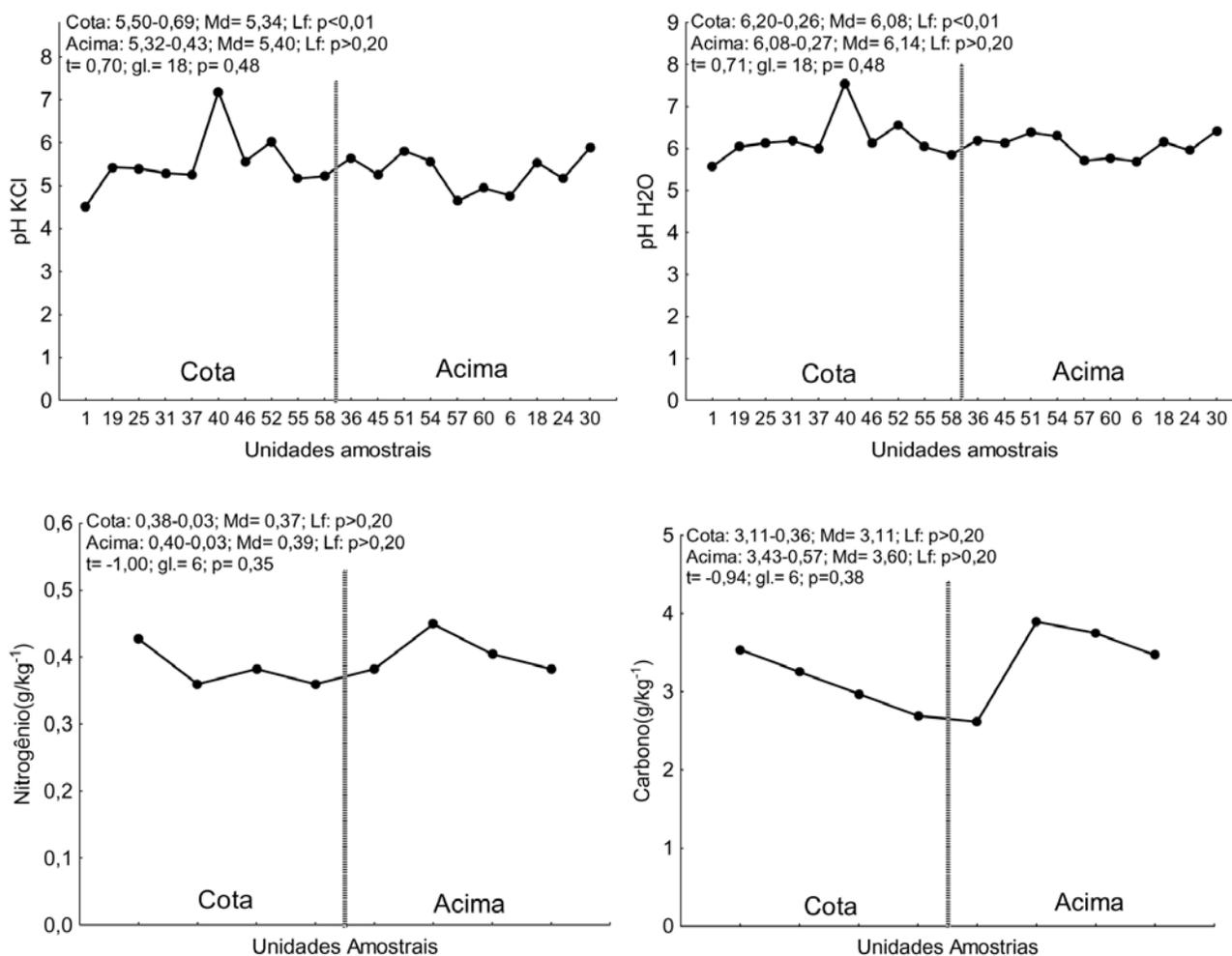


Fig. 3. Teores dos elementos químicos da superfície do solo (0-20cm) coletados em 20 unidades amostrais em uma Floresta Estacional Decidual antes do enchimento da represa Amador Aguiar II, Araguari, MG. Os parâmetros da média e desvio padrão amostral (\bar{x} -s), a mediana (Md) e o teste de Lilliefors (Lf) foram calculados para o conjunto das amostragens localizadas próximas à cota do alagamento (Cota) e distantes da cota de alagamento (Acima).

dentro do estande) e importância (pequena ou muita) das mudanças nas variáveis aleatórias (edáficas e estruturais da vegetação).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao prof. Ph.D Mundayatan Haridasan (Universidade de Brasília) e Dr. Elias Borges (Universidade Federal de Uberlândia-UFU) por disponibilizarem os laboratórios para as análises dos solos; ao prof. PhD Gilberto F. Corrêa (UFU), pelas informações referentes a área de estudo. Aos colegas que participaram do Programa de Monitoramento da Vegetação da UHE Amador Aguiar: Ariane S. Alves, Victor H. Rodrigues e Erick Aguiar. Ao Departamento de Estatística da Universidade Federal de Santa Maria por fornecer a licença do Software Statística 6.0.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, S.E. 1974. **Chemical Analysis of Ecological Materials**. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 565p.
- ARAÚJO, G.M.; RODRIGUES, L.A.; IVIZI, L. 1997. Estrutura fitossociológica e fenologia de espécies lenhosas de mata decídua em Uberlândia, MG. In: LEITE, L.L.; SAITO, C.H. (Org). **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado**. Brasília: Universidade de Brasília. p. 22-28.
- BACARRO, C.A.; MEDEIROS, S.M.; FERREIRA, I.L.; RODRIGUES, S.C. 2004. Mapeamento geomorfológico da Bacia do Rio Araguari (MG). In: LIMA, S.C.; SANTOS, R. J. (Org). **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**, v. 9, p. 45-63.

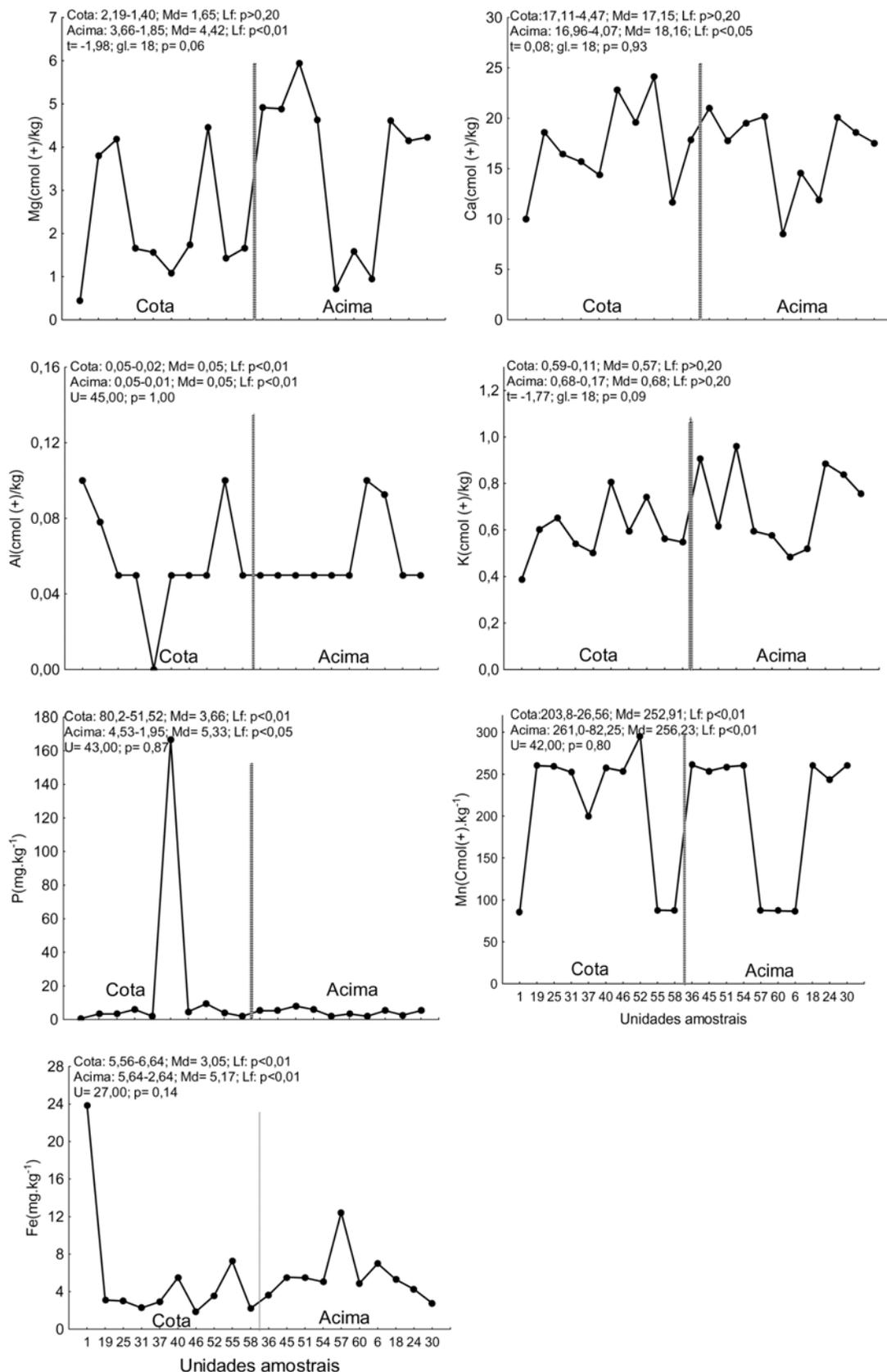


Fig. 4. Teores dos elementos químicos da superfície do solo (0-20cm) coletados em 20 unidades amostrais em uma Floresta Estacional Decidual antes do enchimento da represa da UHE Amador Aguiar II, Araguari, MG. Os parâmetros da média e desvio padrão amostral (\bar{x} -s), a mediana (Md) e o teste de Lilliefors (Lf) foram calculados para o conjunto das amostragens localizadas próximas à cota do alagamento (Cota) e distantes da cota de alagamento (Acima).

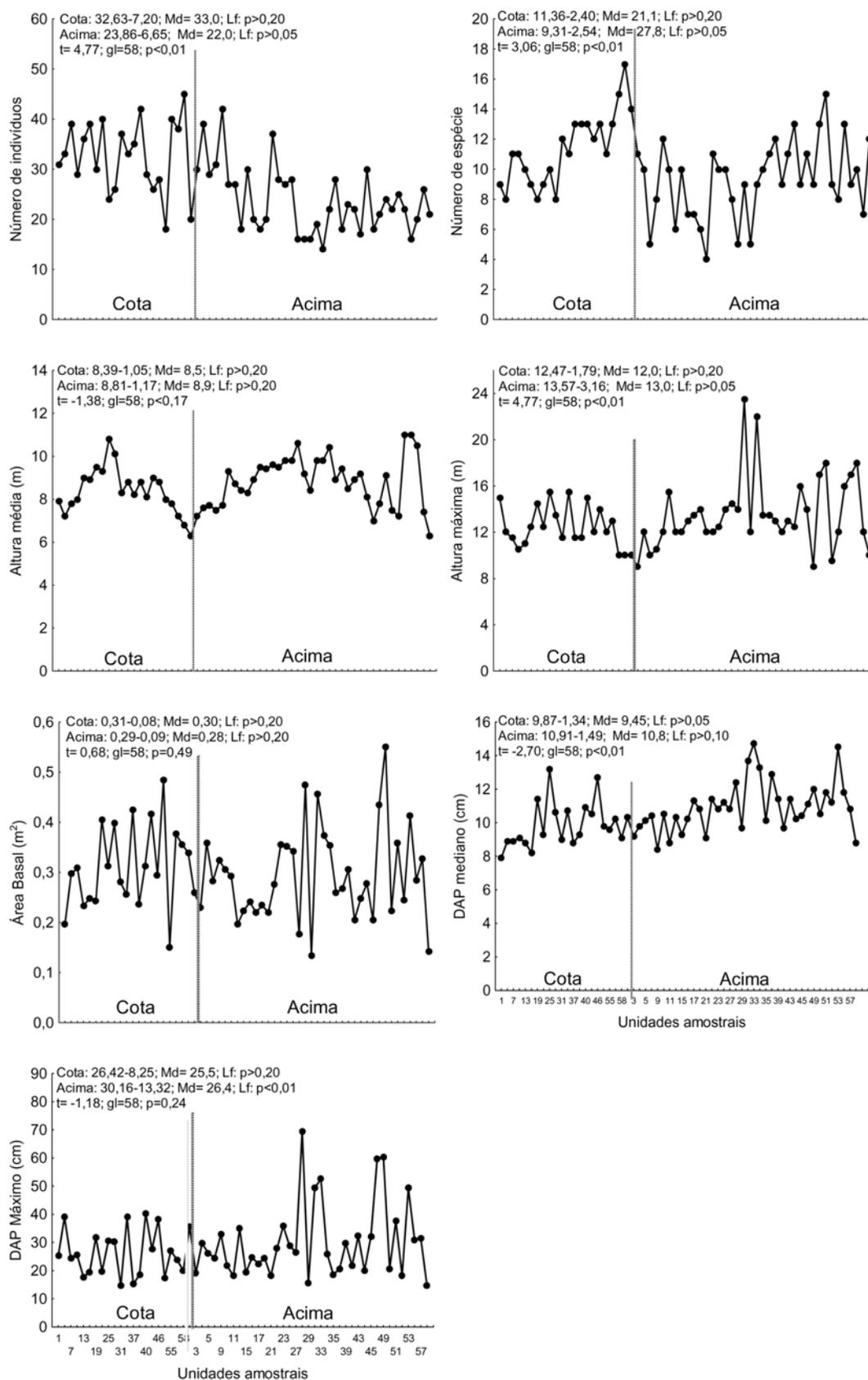


Fig. 5. Atributos estruturais do componente arbóreo amostrados em 60 unidades amostrais em uma Floresta Estacional Decidual antes do enchimento da represa da UHE Amador Aguiar II, Araguari, MG. Os parâmetros da média e desvio padrão amostral (\bar{x} -s), a mediana (Md) e o teste de Lilliefors (Lf) foram calculados para o conjunto das amostragens localizadas próximas à cota do alagamento (Cota) e distantes da cota de alagamento (Acima).

- BARROW, C. 1988. The impact of hydroelectric development on the Amazonian environment: With particular reference to the Tucuruí Project. **Journal of Biogeography**, v. 15, p. 67-78.
- BAXTER, R.M. 1977. Environmental effects of dams and impoundments. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.8, p. 255-283.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.W. 2002. **The nature and properties of soils**. 3ed. New Jersey: Prentice Hall. 881p.
- CEMIG. 2005. Usinas da CEMIG. Disponível em: <http://www.cemig.com/meio_ambiente>. Acesso em: 15 jul. 2005.
- COX, S.B.; WILLIG, M.R.; SCATENA, F.N. 2002. Variation in nutrient characteristics of surface soils from the Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico: A multivariate perspective. **Plant and Soil**, v. 247, p. 189-198.
- DANIEL, W.W. 1995. **Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences**. 6ed. New York: Wiley. 740p.
- 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. 526p.
- _____. 1997. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 212p.
- _____. 1998. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA Produção da Informação. 412p.
- FEARNSIDE, P.M. 2002. **Impactos ambientais da barragem de Tucuruí: lições ainda não aprendidas para o desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia**. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/tuc-ambientais.pdf>. Acesso em: 10 maio 2008.
- GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. 2001. Neotropical secondary forest succession: chances in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v.148, p 185-206.
- IBGE. 2004. Mapa da vegetação brasileira. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 nov. 2004.
- KILCA, R.V. 2007. **Padrões florísticos, estruturais e relações edáficas entre dois tipos de florestas tropicais estacionais no Cerrado**. 64f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- KOZLOWSKI, T.T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology Monograph**, v.1, p. 1-29.
- KRAUSKOPF, K.B. 1972. Geochemistry of micronutrients. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America. p.7-40.
- LOBO, P.C.; JOLY, C.A. 2000. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp. p. 143-157.
- LYTLE, D.A.; POFF, N.L. 2004. Adaptation to natural flow regimes. **Trends in Ecology and Evolution**, n.19, v.2, p. 94-100.
- MEDINA, E. 1995. Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forests. In: BULLOCK, S.H., MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (Ed.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 221-242.
- MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley. 547p.
- NILSSON, C.; BERGGREN, K. 2000. Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation. **BioScience**, v.50, p. 783-792.
- NISHIYAMA, L. 1989. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade e Natureza**, v.1, p.9-16.
- RATTER, J.A., ASKEW, G.P., MONTGOMERY, R.F.; GIFFORD, D.R. 1978. Observation on the vegetation of northeastern Mato Grosso, II. Forest and soils of the Rio Suiá-Missu area. **Proceedings of the Royal Society, serie B**, v.203, p. 191-208.
- ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; LIMA, E.F.; SIQUEIRA, C.A.; MACEDO, D. 2004. Elaboração de uma base cartográfica e criação de um banco de dados georreferenciados da bacia do rio Araguari-MG. In: LIMA, S.C.; SANTOS, R.J. (Org.). **Gestão ambiental da bacia do rio Araguari: rumo ao desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq. p. 69-87.
- 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**, v.34, n.18, p.133-150.
- STATSOFT. 2001. **Statistica** (data analysis software system), version 6.0 computer program - Statsoft, Inc.
- SHEPHERD, G.J. 1994. **FITOPAC: manual do usuário**. Campinas: UNICAMP/Departamento de Botânica. 94p.
- SOUZA, A.S. 2007. **Fitossociologia de duas florestas decíduas no vale do rio Araguari, Minas Gerais**. 60f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- 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 Triangulo Mineiro region of Brazil. **Plant Ecology**, v.191, p. 253-263.
- 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**, v.37, p. 29-38.
- WCD - World Commission on Dams. 2000. **Dams and Development: A New Framework for Decision-Making**. London: Earthscan Publ. 404p.
- YANAGISAWA, N.; FUJITA, N. 1999. Different distribution patterns of woody species on a slope in relation to vertical root distribution and dynamics of soil moisture profiles. **Ecological Research**, v.14, p.165-177.