

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

**RELAÇÕES VEGETAÇÃO-VARIÁVEIS AMBIENTAIS  
EM FLORESTAS ESTACIONAIS DECÍDUAS EM  
AFLORAMENTOS CALCÁRIOS NO BIOMA CERRADO E  
EM ZONAS DE TRANSIÇÃO COM A CAATINGA E COM  
AMAZÔNIA**

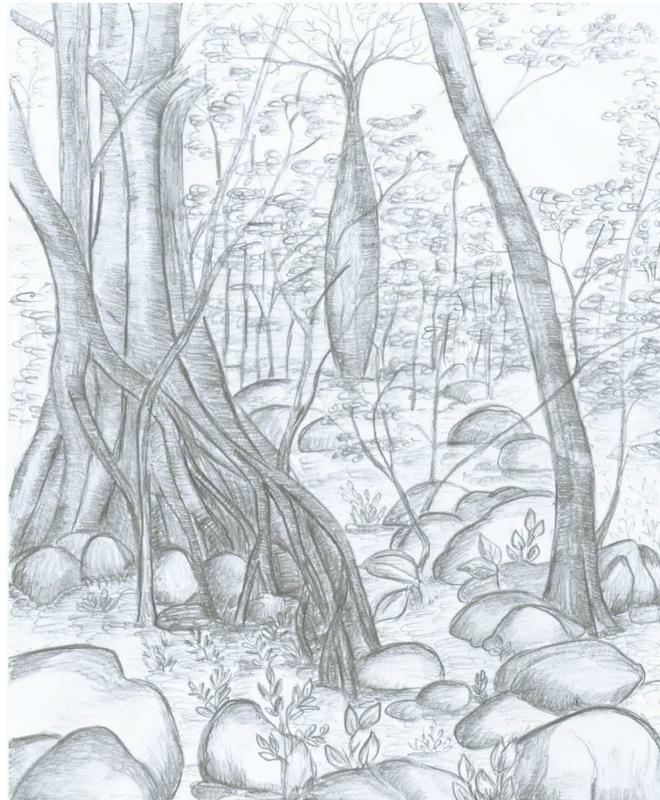
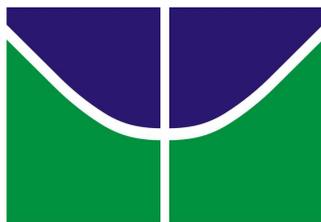


Ilustração: Lusinete Sueli Bär

**BENEDITO ALÍSIO DA SILVA PEREIRA**

**BRASÍLIA (DF), JULHO DE 2008**



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

**RELAÇÕES VEGETAÇÃO-VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM  
FLORESTAS ESTACIONAIS DECÍDUAS EM AFLORAMENTOS  
CALCÁRIOS NO BIOMA CERRADO E EM ZONAS DE  
TRANSIÇÃO COM A CAATINGA E COM A AMAZÔNIA**

**Benedito Alísio da Silva Pereira**

**Orientadora: Jeanine Maria Felfili Fagg**

Tese apresentada ao **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA** da Universidade de Brasília – UnB, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ecologia.

APROVADA em 31 de julho de 2008, pela BANCA EXAMINADORA:

---

**Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal**  
Universidade Federal de Pernambuco  
Departamento de Biologia

---

**Dr. Glein Monteiro de Araújo**  
Universidade Federal de Uberlândia  
Instituto de Biociências

---

**Dr. Mundayatan Haridasan**  
Universidade de Brasília  
Departamento de Ecologia

---

**Dr. Tarciso de Sousa Filgueiras**  
Instituto de Botânica de São Paulo

---

**Dra. Jeanine Maria Felfili Fagg**  
Universidade de Brasília  
Departamento de Engenharia Florestal  
(Orientadora)

## Dedicatória

A Lusinete Sueli Bär  
e aos nossos filhos, Cláudia e Alexander.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Gerência de Recursos Naturais em Santa Catarina, pelo atendimento ao meu pedido para realizar o curso.

À Universidade de Brasília - UnB, na figura do Departamento de Ecologia, pela oferta do curso e pelo bom atendimento na secretaria através do Iriode e do Fábio.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UnB, professor John Du Vall Hay, e à sua antecessora Helena Castanheira de Moraes, pelo atendimento atencioso e pela sensibilidade aos meus pedidos de auxílio para executar a pesquisa.

A Prof<sup>a</sup> Dra. Jeanine Maria Felfili Fagg, pela orientação, pelos ensinamentos, pela compreensão, pelas facilidades concedidas no Laboratório de Manejo do Departamento de Engenharia Florestal – EFL – e pelo empenho e apoio na execução da pesquisa.

Aos professores Haridasan, Jader Marinho, John Hay, José Felipe Ribeiro, Lúcio Vivaldi, Manoel Cláudio, Mercedes Bustamante e Miguel Marini, pelos ensinamentos transmitidos através de suas bem preparadas e ministradas aulas.

Aos professores Beatriz e Ben Hur Marimon, da Universidade Estadual de Mato Grosso, pelo apoio e ajuda no levantamento de dados na região de Nova Xavantina-MT.

Ao Fábio Venturoli, Fabrício Carvalho e Ricardo Haidar, colegas inteligentes e admiráveis, que foram também meus amigos, meus pontos de apoio e até meus confidentes.

Aos ex-graduandos Daniel Marra, Mariana Matos, Julianna Marocolo, Rafael Gonçalves e André Marques, pela participação no levantamento de dados no Distrito Federal. Ao aluno Gabriel Damasco pelo auxílio nos levantamentos no DF e na Bahia.

A Ana Cláudia Moura, Júlio César Sampaio e Kennya Mara Oliveira, figuras simpáticas e prestativas que tornavam o Laboratório de Manejo um ambiente bom para trabalhar.

Aos servidores Newton Rodrigues, do EFL, pela ajuda nas amostragens em Mato Grosso, Goiás e na Bahia; Edson Cardoso, também do EFL, pela ajuda na amostragem em Goiás; e Bento de Barros, do IBGE, pelo ajuda na amostragem em Mato Grosso.

A Marina de Lourdes Fonseca, pelo recebimento do material botânico coletado nos levantamentos e pelo apoio na utilização do acervo do herbário do IBGE em Brasília.

Ao Fundo de Pesquisa da UnB – FUNPE – pela concessão de um auxílio para trabalhos de campo. Ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, pela cessão dos dados meteorológicos. Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, pelo fornecimento das imagens de satélite. Ao CNPq, CAPES, FNMA, DFID e outras instituições que vêm apoiando projetos de pesquisa em ecologia no Brasil.

Aos fazendeiros e gerentes de mineradoras de calcário que permitiram o nosso ingresso em suas terras para a realização dos levantamentos de dados.

# ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Florestas estacionais tropicais.....	5
2.2 Relações vegetação-ambiente em florestas estacionais neotropicais.....	7
2.3 Florestas estacionais em afloramentos calcários.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Áreas de estudo.....	15
3.1.1. Localização.....	15
3.1.2. Descrição.....	17
3.1.2.1. Área do Distrito Federal.....	17
3.1.2.2. Área da Bahia.....	19
3.1.2.3. Área de Goiás.....	22
3.1.2.4. Área de Mato Grosso.....	25
3.2. Escolha dos sítios de amostragem.....	28
3.3. Levantamento de dados.....	28
3.3.1. Amostragem da vegetação.....	28
3.3.2. Identificação e listagem das espécies.....	29
3.3.3. Levantamento das variáveis ambientais.....	29
3.3.3.1. Propriedades físicas e químicas dos solos.....	29
3.3.3.2. Rochosidade das parcelas.....	31
3.3.3.3. Inclinação das parcelas.....	31
3.3.3.4. Dados climáticos.....	31
3.3.3.5. Coordenadas geográficas e altitude.....	31
3.4. Análise dos dados.....	31
3.4.1. Análise dos dados florísticos.....	31
3.4.2. Análise da estrutura das comunidades.....	32
3.4.3. Análise dos dados ambientais.....	32
3.4.4. Análise multivariada dos dados.....	32
4. RESULTADOS.....	33
4.1. Variáveis ambientais.....	33
4.1.1. Propriedades físico-químicas dos solos, inclinação do	

terreno e altitude das amostras.....	33
4.1.2. Rochosidade das parcelas, médias anuais de temperatura e precipitação e número de meses secos. ....	37
4.2. Composição e estrutura da comunidade.....	37
4.3. Relações vegetação-variáveis ambientais.....	40
5. DISCUSSÃO.....	44
5.1. Variáveis ambientais.....	44
5.2. Composição e estrutura das comunidades.....	46
5.3. Relações vegetação-variáveis ambientais.....	49
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXO.....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas geográficas e distâncias em linha reta entre as áreas de amostragem de Floresta Estacional Decídua sobre afloramentos calcários na disjunção do Distrito Federal, Bahia, Goiás Mato Grosso.....	16
Tabela 2 - Coordenadas geográficas, altitude média e distância em linha reta entre os fragmentos da disjunção de Floresta Estacional Decídua amostrada em afloramentos calcários no noroeste do Distrito Federal, e número de parcelas alocadas em cada fragmento.....	19
Tabela 3 - Coordenadas geográficas, altitude média e distância em linha reta entre os fragmentos da disjunção de Floresta Estacional Decídua amostrada em afloramentos calcários no leste de Mato Grosso, e número de parcelas alocadas em cada fragmento	27
Tabela 4 - Variáveis analisadas ou determinadas nas 100 amostras compostas de solo coletadas nas quatro disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado, e métodos laboratoriais empregados.....	30
Tabela 5 - Número de parcelas nas faixas de rochosidade de 0-25, 26-50, 51-75 e 76-100 por cento; médias anuais de temperatura e precipitação pluviométrica e número de meses biologicamente secos nas disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado.....	37
Tabela 6 - Totais de espécies, gêneros, famílias e densidade e área basal registrados nas disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado.....	38
Tabela 7 - Espécies arbóreas mais abundantes ( $N \geq 20$ indivíduos) nas disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado, com as abreviaturas dos seus nomes científicos e as suas densidades nas amostras....	39
Tabela 8. Autovalores, % cumulativa da variância das espécies e % da variância explicada pelas variáveis ambientais nos eixos 1 e 2 da ordenação pela Análise de Correspondência Canônica das 38 espécies mais abundantes ( $N \geq 20$ indivíduos) nas disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado.....	40
Tabela 9. Coeficientes de correlação nos dois primeiros eixos de ordenação e correlações ponderadas gerados pela Análise de Correspondência Canônica, utilizando as variáveis ambientais silte, argila, pH, Ca, Mg, K, P, Na H + Al, matéria orgânica (MO), altitude e precipitação.....	41

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização das áreas de amostragem de Floresta Estacional Decídua em afloramentos calcários no Distrito Federal, Bahia, Goiás e Mato Grosso, tendo como referência o mapa de biomas brasileiros e o quadrilátero que representa a parte central do bioma Cerrado..... 16
- Figura 2 - Diagrama climático elaborado segundo Walter (1986b), com os registros da estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET em Brasília (DF) no período de 1986-2006..... 18
- Figura 3 - Aspecto dos fragmentos de Floresta de Estacional Decídua amostrados na disjunção do noroeste do Distrito Federal..... 19
- Figura 4 - Diagrama climático elaborado segundo Walter (1986b), com os registros da estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET em Correntina (BA) nos períodos 1986-1988 e 1993-2006..... 20
- Figura 5 - Localização e aspecto do entorno do fragmento de Floresta Estacional Decídua amostrado na disjunção do sudoeste do Estado da Bahia..... 21
- Figura 6 - Aspecto externo de uma parte do fragmento de Floresta Estacional Decídua amostrado na disjunção do sudoeste da Bahia..... 22
- Figura 7 - Diagrama climático elaborado segundo Walter (1986b), com os registros da estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET em Taguatinga do Tocantins (TO) nos períodos de 1986-1990 e 1995-2006..... 23
- Figura 8 - Localização e aspecto do entorno do fragmento de Floresta Estacional Decídua amostrado na disjunção do nordeste do Estado de Goiás..... 24
- Figura 9 - Aspecto externo de uma parte do fragmento de Floresta Estacional Decídua amostrado na disjunção do nordeste de Goiás..... 24
- Figura 10 - Diagrama climático elaborado segundo Walter (1986b), com os registros da estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET em Nova Xavantina (MT) nos anos de 1988, 1994 e 1998-2006..... 26
- Figura 11 - Localização e aspecto do entorno dos fragmentos de Floresta de Estacional Decídua amostrados na disjunção do leste de Mato Grosso..... 27
- Figura 12 - Valores médios (barras) e intervalos de confiança estimados para textura do solo, teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo, pH, acidez potencial, e teor de sódio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e teor de matéria orgânica e inclinação do terreno e altitude nas parcelas das disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado.36
- Figura 13 - Diagrama de ordenação pela Análise de Correlação Canônica (ACC), indicando as correlações das 38 espécies arbóreas encontradas com 20 ou mais indivíduos nas disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado com as variáveis ambientais..... 42
- Figura 14 - Diagrama de ordenação pela Análise de Correlação Canônica (ACC), indicando a posição das 100 parcelas de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado e das 12 variáveis ambientais utilizadas na análise, nos dois primeiros eixos de ordenação..... 43

## RESUMO

As florestas estacionais decíduas que ocorrem em afloramentos calcários no bioma Cerrado estão entre os mais ameaçados e menos estudados tipos de vegetação do Brasil. Essas florestas ocorrem em disjunções que estão amplamente dispersas nesse bioma. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de investigar as relações entre as abundâncias das espécies arbóreas e as variáveis ambientais em quatro disjunções dessas florestas que estão localizadas no Distrito Federal, sudoeste da Bahia, nordeste de Goiás e leste de Mato Grosso. Dados sobre espécies, propriedades físico-químicas do solo, altitude e grau de rochosidade e inclinação do terreno foram obtidos em 25 parcelas de 20 x 20 m que foram demarcadas em fragmentos intactos dentro de cada disjunção. Dados climáticos também foram obtidos para cada disjunção. Na área de 40.000 m<sup>2</sup> correspondente às 100 parcelas de 20 x 20 m, foram registradas 3.620 árvores com DAP  $\geq$  5 cm, pertencentes a 179 espécies, 129 gêneros e 46 famílias e angiospermas. Uma matriz com as 38 espécies mais abundantes (N  $\geq$  20 árvores) na amostra inteira (40.000 m<sup>2</sup>) foi usada para avaliar as relações entre as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais. A avaliação foi feita por meio de uma ordenação por Análise de Correspondência Canônica - ACC. A matriz com os dados ambientais esteve composta por 21 variáveis, mas somente 12 foram usadas na avaliação final. A ordenação dos dados revelou autovalores da ordem de 0,72 para o primeiro eixo de ordenação e de 0.40 para o segundo, indicando um gradiente longo. A ordenação das espécies levou à distinção de três grupos florísticos a partir dos dados. O segundo eixo separou as espécies do fragmento da Bahia das espécies dos demais fragmentos, formando um conjunto preponderantemente ligado a baixos e outro a elevados índices pluviométricos. Revelando um gradiente mais complexo, o primeiro eixo separou a maior parte das espécies do fragmento do Distrito Federal das espécies dos fragmentos de Goiás e Mato Grosso, subdividindo o grupo ligado a elevadas precipitações pluviométricas em um grupo preponderantemente relacionado a altas e outro a baixas altitudes. As espécies mais abundantes nos grupos florísticos foram: 1) Bahia: *Tabebuia chryso-tricha*, *Banisteriopsis* sp, *Piranhea securinega* e *Piranhea securinega*; 2) Distrito Federal: *Celtis iguanea*, *Alophylus sericeus*, *Machaerium brasiliense* e *Campomanesia velutina*; e 3) Goiás e Mato Grosso: *Combretum duarteanum*, *Tabebuia roseoalba*, *Dilodendron bipinnatum* e *Acacia tenuifolia*. As espécies que não apresentaram correlação acentuada com variáveis específicas foram *Anadenanthera colubrina*,

*Aspidosperma subincanum*, *Casearia rupestris*, *Guazuma ulmifolia*, *Myracrodruon urundeuva* e *Rhamnidium elaeocarpum*, as quais podem ser consideradas generalistas. A ordenação pela ACC indicou que as variáveis edáficas também tiveram papel importante na distinção desses grupos, com teor de matéria orgânica, pH, sódio, cálcio e acidez potencial do solo apresentando os mais fortes coeficientes de correlação. Foi considerado que variáveis não incluídas nas análises, como tamanho dos fragmentos, presença de clareiras e teor de umidade no substrato também podem estar exercendo influência sobre as plantas. Sugestões para novos estudos nas florestas estacionais do Cerrado foram apresentadas.

**Palavras-chave:** Brasil, floresta, florística, clima, solo, análise de correspondência canônica, gradiente vegetacional.

## ABSTRACT

The seasonally deciduous forests that occur in limestone outcrops in the Cerrado biome are among the most threatened and less studied types of vegetation in Brazil. These forests occur in disjunctions that are widely dispersed in this biome. This work was carried out to investigate the relationship between the abundance of tree species and environmental variables in four disjunctions of these forests that are located in the Federal District, southwest of Bahia, northeast of Goiás and east of Mato Grosso. Data on species, physical and chemical properties of soil, altitude and degree of rock cover and slope of the outcrops was obtained on 25 plots of 20 x 20 m which were demarcated in intact fragments within each disjunction. Climatic data were also obtained for each disjunction. In the area of 40,000 m<sup>2</sup> corresponding to the 100 plots of 20 x 20 m, were recorded 3620 trees with DBH  $\geq$  5 cm, belonging to 179 species, 129 genera and 46 families of angiosperms. A matrix with the 38 most abundant species (N  $\geq$  20 trees) in the entire sample (40,000 m<sup>2</sup>) was used to evaluate the relationship between the abundance of species and the environmental variables. The assessment was made by means of an ordination by Canonical Correspondence Analysis - CCA. The matrix with the environmental data was composed by 21 variables, but only 12 were used for the final evaluation. The ordering of the data revealed eigenvalues of 0.72 for the first ordination axis and 0.40 for the second, indicating a long gradient. The ordination of species led to the distinction of three floristic groups from the data. The second axis separated the species of fragment in Bahia from species of the other fragments, forming a joint predominantly linked to low rainfall and other linked to high rainfall. Revealing a more complex gradient, the first axis separated the major part of the species of fragment in Federal District from of species of fragments in Goiás and Mato Grosso, subdividing the group linked to high pluvial precipitation in a group mainly related to high and another at low altitudes. The most abundant species in floristic groups were: 1) Bahia: *Tabebuia chrysotricha*, *Banisteriopsis* sp, *Piranhea securinega* and *Triplaris gardneriana*; 2) Federal District: *Celtis iguanea*, *Alophylus sericeus*, *Machaerium brasiliense* and *Campomanesia velutina*, and 3) Goiás and Mato Grosso: *Combretum duarteanum*, *Tabebuia roseoalba*, *Dilodendron bipinnatum*, and *Acacia tenuifolia*. The species that showed no important correlation with specific variables were *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma subincanum*, *Casearia rupestris*, *Guazuma ulmifolia*, *Myracrodruon urundeuva*, and *Rhamnidium elaeocarpum*, which could be

considered generalists. The ordination by CCA indicated that the soil variables were also important in distinguishing these groups, with organic matter content, pH, sodium, calcium and acid potential stating the strongest correlation coefficients. It was considered that variables not included in the analysis, such as size of the fragments, the presence of gaps and moisture content of the substrate may also be exerting influence on the plants. Suggestions for further studies in seasonal deciduous forests in the Cerrado were presented.

**Key-words:** Brazil, forest, floristic, climate, soil, canonical correspondence analysis, vegetational gradient.

## 1. INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado, devido à sua grande extensão e posição geográfica, abrange uma ampla diversidade de estruturas geológicas, formas de relevo, cotas altimétricas e classes de solos; e está sob a influência de um clima que é tipicamente sazonal quanto à pluviosidade e que apresenta consideráveis diferenciações nas suas médias anuais de precipitação e temperatura (Nimer & Brandão 1979; Adámoli *et al.* 1986; IBGE 2004b). Em consequência, esse bioma exibe uma vegetação altamente heterogênea, com a sua formação típica – a savana ou cerrado – dominando as paisagens, mas dando seguidamente lugar a formações florestais e campestres (Eiten 1972, 1994; Ribeiro & Walter 1998; Oliveira-Filho & Ratter 2002; IBGE 2004a).

As formações florestais desse bioma ocorrem em compartimentos bem distintos do relevo regional: nas margens dos cursos de água, geralmente sob influência do lençol freático, e nas superfícies interfluviais onde existem solos bem drenados de média a alta fertilidade (Eiten 1972, 1994; Ribeiro & Walter 1998; Oliveira-Filho & Ratter 2002).

A sazonalidade do clima regional tem reflexos marcantes no ritmo biológico das espécies das formações florestais dessas superfícies. O reflexo mais evidente é na deciduidade foliar da comunidade arbórea, que dependendo da intensidade da estação seca e da profundidade e textura do solo, pode variar de moderada a acentuada e dar origem a florestas estacionais que podem ser classificadas como semidecíduas ou decíduas, (Eiten 1972, 1994; Rizzini 1997; Ribeiro & Walter 1998).

As florestas estacionais se fazem presentes no Cerrado através de um conjunto de disjunções ou fragmentos naturais que ocupam uma superfície equivalente a mais de 15% da área de abrangência desse bioma (Felfili 2003). Os estudos de vegetação realizados no âmbito do Projeto RADAMBRASIL no Brasil Central (Dambrós *et al.* 1981; Silva *et al.* 1982; Magnago *et al.* 1983; Silva *et al.* no prelo) indicaram que a maior parte das disjunções regionais dessas florestas é decidua<sup>1</sup> e está associada a afloramentos calcários, compondo as chamadas matas calcárias, matas de calcário ou matas secas de calcário.

---

<sup>1</sup> Os autores adotaram a classificação elaborada por Veloso *et al.* (1991), que definem como semidecíduas as florestas que apresentam entre 20% e 50% dos indivíduos arbóreos desfolhados no período de estiagem e como decíduas as que exibem taxas superiores a 50% de indivíduos em tal condição nesse período. Outros autores (Eiten 1983; Fernandes 2006) adotam percentuais diferentes, mas referem-se às florestas de afloramentos calcários no Cerrado como decíduas.

A coexistência de florestas e cerrados sob uma mesma condição climática chamou a atenção dos primeiros estudiosos do Cerrado e recebeu destaque na obra **Lagoa Santa...**, publicada em português há exatamente um século por Warming (1908). As questões levantadas nessa obra fizeram com que a busca de conhecimentos sobre as relações vegetação-ambiente se transformasse na mais dinâmica linha de pesquisa em ecologia vegetal no Brasil (Goodland & Ferri 1979; Ferri 1980).

Devido à influência desse trabalho e à dominância do cerrado *sensu stricto*, a maioria dos estudos ecológicos realizados no Cerrado até a década de 1980 foi conduzida para testar a hipótese de que essa vegetação seria xerofítica e para avaliar a influência das propriedades químicas do solo na sua estruturação (Goodland & Ferri 1979; Ferri 1980). Durante esse período, diversos estudos florísticos e fitossociológicos foram conduzidos em florestas estacionais nesse bioma (p.ex., Assumpção *et al.* 1982; Cavassan *et al.* 1984; Pagano *et al.* 1987; Ramos 1989), mas poucas investigações foram dirigidas para a identificação dos fatores ambientais que seriam determinantes da distribuição e das características dessas formações, apesar das instigantes descrições e considerações de Warming (1908), Veloso (1948), Waibel (1948), Faissol (1952), Rizzini & Heringer (1962) e Rizzini (1963).

A primeira dessas investigações ocorreu no âmbito de um estudo no qual Alvim & Araújo (1952) analisaram amostras de solo de campos, cerrados e florestas associadas a afloramentos calcários no Estado de Minas Gerais e constataram que os solos destas eram quase neutros e ricos em nutrientes, enquanto que os das outras fitofisionomias eram ácidos e distróficos. As outras investigações nesse período foram de autoria de Askew *et al.* (1970b), Ratter *et al.* (1973, 1978a, b), Araújo & Haridasan (1988) e Furley *et al.* (1988), que amostraram solos e vegetação na região central do Brasil e relacionaram a ocorrência dessas florestas a substratos bem drenados, de média a alta fertilidade.

Nos últimos 15 anos, com o aumento da demanda por informações aplicáveis ao planejamento conservacionista e a divulgação de técnicas de análise multivariada desenvolvidas para estudos de vegetação, um substancial número de trabalhos foi realizado no Cerrado com o intuito de avaliar as relações entre a vegetação das florestas estacionais e as variáveis ambientais (p.ex., Oliveira-Filho *et al.* 1994, 1998, 2001, 2004; Guimarães *et al.* 2001; Botrel *et al.* 2002; Ruggiero *et al.* 2002; Souza *et al.* 2003; Dalanesi *et al.* 2004; Souza *et al.* 2007). Contudo, a esmagadora maioria desses trabalhos foi realizada em florestas estacionais semidecíduas, que são as mais comuns e

mais próximas dos centros de estudos em ecologia nesse bioma. Somente os trabalhos de Oliveira-Filho *et al.* (1998) e Souza *et al.* (2007) foram realizados em disjunções de Floresta Estacional Decídua, mas nenhuma dessas disjunções era associada a afloramentos calcários.

As florestas estacionais decíduas que revestem os afloramentos calcários no Cerrado são uma das fitofisionomias mais singulares desse bioma. A sua singularidade decorre das particularidades dos afloramentos calcários, que se distribuem amplamente; constituem sistemas ilhados, muito diferenciados na paisagem regional, com histórico, constituição, relevo e dinâmica particulares; e oferecem espaço para plantas especializadas, como xerófilas e calcícolas, muitas quais endêmicas (Warming 1908; Pedersoli & Martins 1972; Pedrali 1997; Felfili 2003; Scariot & Sevilha 2005).

As superfícies dos afloramentos calcários dessa região, como os de outras partes do mundo (Thomas 1974; Trudgill 1985; Gerrard 1988), são visivelmente heterogêneas quanto à inclinação, à microtopografia e à proporção do espaço que é ocupada por solo ou outros materiais particulados capazes de permitir o estabelecimento de plantas terrestres<sup>2</sup>. Diversos autores (Grubb 1977; Diamond 1988; Fowler 1988; Tilman 1994; Burnett *et al.* 1998; Leigh Jr. *et al.* 2004) demonstraram que habitats heterogêneos oferecem oportunidade para coexistência de espécies que possuem diferentes estratégias de colonização, aproveitamento dos recursos, crescimento, reprodução e dispersão.

Os solos dos afloramentos calcários e das áreas planas ao redor dos mesmos variam acentuadamente em profundidade e textura; possuem altos teores de elementos minerais, principalmente cálcio e magnésio; e se mostram deficitários em umidade no período de estiagem (Eiten 1972, 1994; Thomas 1974; Etherington 1976).

O regime hídrico do solo e a disponibilidade de nutrientes têm sido considerados os fatores locais que exercem maior controle na vegetação das florestas estacionais tropicais (Eyre 1963; Polunin 1971; Etherington 1976). Assim sendo, a pluviosidade, a topografia e as propriedades físicas do solo relacionadas à sua capacidade de retenção e liberação de umidade e nutrientes são aspectos que precisam ser levados em consideração nas investigações sobre distribuição e abundância de espécies nessas florestas (Medina 1983, 1995; Mooney *et al.* 1995).

---

<sup>2</sup>Nos afloramentos calcários estudados essa proporção esteve abaixo de 50% em 35% das parcelas amostradas. Pode-se mesmo afirmar, num paralelo com as “ilhas de fatores de exceção” visualizadas por Ab’Sáber (1967), que no Cerrado esses afloramentos são como ilhas de rocha num mar de solos altamente intemperizados e que nos afloramentos os espaços ocupados por esses materiais são como microcosmos em grandes corpos rochosos.

As disjunções de Floresta Estacional Decídua que ocorrem em afloramentos calcários estão entre as fitofisionomias mais antropizadas no Cerrado, devido à extração de madeiras, à exploração das jazidas de calcário e à conversão das áreas circundantes em lavouras e pastagens. Atualmente, os seus remanescentes encontram-se desfalcados na sua biodiversidade, reduzidos, fragmentados e cada vez mais isolados (Felfili 2003; Scariot & Sevilha 2000, 2005). Na última década ocorreram iniciativas no sentido de elaborar estratégias de preservação dos seus remanescentes e de recomposição dos seus fragmentos, tornando indispensável a ampliação e o aprofundamento dos estudos sobre essa vegetação (Brasil 2000; Cavalcanti & Joly 2002).

Este trabalho foi realizado em quatro disjunções de Floresta Estacional Decídua que estão situadas em afloramentos calcários localizados em áreas do Distrito Federal e dos estados da Bahia, Goiás e Mato Grosso. Essas áreas diferenciam-se em aspectos fisiográficos e climáticos e são alguns dos últimos redutos de remanescentes intatos dessa vegetação no Cerrado.

Como afloramentos calcários são habitats heterogêneos do ponto de vista físico e químico (Thomas 1974; Trudgill 1985; Gerrard 1988) e as disjunções florestais amostradas estão em áreas que apresentam diferenciações consideráveis quanto a precipitação, temperatura e altitude (Adámoli *et al.* 1986; Nimer & Brandão 1989; INMET 2007), partiu-se da hipótese de que existiriam variações na composição e na abundância de espécies da comunidade arbórea dessas disjunções que estariam relacionadas a variações nas propriedades físico-químicas do solo, nas condições climáticas, na altitude e na inclinação e grau de rochiosidade dos afloramentos.

A meta do trabalho foi identificar as variáveis ambientais que teriam maior influência na determinação da composição e da estrutura da comunidade arbórea dessas disjunções florestais. Os objetivos foram contribuir para entendimento das relações planta-ambiente em afloramentos calcários e gerar informação para auxiliar na adoção de práticas de recomposição de vegetação nesses habitats. Os resultados indicaram que precipitação pluviométrica, altitude, teor de matéria orgânica, pH, acidez potencial e teores de sódio, cálcio, magnésio, potássio, fósforo, silte e argila foram as variáveis que tiveram papel preponderante na composição e estrutura das comunidades estudadas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. FLORESTAS ESTACIONAIS TROPICAIS

Essas florestas estão espalhadas pela faixa do globo terrestre que está centrada na linha do Equador e encontra-se limitada pelos trópicos de Câncer (23°27' N) e de Capricórnio (23°27' S), formando a chamada zona tropical. Essa zona perfaz uma área de aproximadamente 200 milhões de km<sup>2</sup>, ou o equivalente a cerca de 40% da superfície da Terra, e compreende a maior parte da América Latina e da África e consideráveis extensões da Ásia e da Oceania (Collinson 1988; Weiner 1988).

O clima na zona tropical, devido à geometria orbital da Terra e aos diversos sistemas de circulação atmosférica do sistema solar, caracteriza-se por ser predominantemente quente e de pequena amplitude térmica e por apresentar precipitações pluviométricas que variam de elevadas e bem distribuídas (clima tipo Af) a intermediárias e sazonais (climas Am e Aw) e a baixas e erráticas (climas BSh e BWh)<sup>3</sup>. Esses tipos climáticos se distribuem de forma desigual e, em consequência, o que se observa nessa zona é um mosaico vegetacional que inclui desde florestas ombrófilas altas e densas até formações xéricas, baixas e rarefeitas, de desertos (Woodward 1987; Peel *et al.* 2007).

Os climas Am e Aw diferem quanto aos fenômenos atmosféricos que mais diretamente os condicionam e quanto às regiões onde atuam<sup>4</sup>, mas têm em comum o fato de serem responsáveis pela manutenção das classes de formação que do ponto de vista ecológico, fisionômico e estrutural posicionam-se entre as florestas ombrófilas e os desertos, quais sejam, as florestas estacionais e as savanas (Woodward 1987; Peel *et al.* 2007).

A vastidão e a dispersão das regiões de atuação desses climas fazem das florestas estacionais tropicais um dos tipos de vegetação de maior extensão total e mais alta representatividade na Terra, aproximando-as das florestas boreais, desertos e

---

<sup>3</sup>Na mais recente revisão da classificação climática de Köppen-Geiger (Peel *et al.* 2007), o clima tipo Af corresponde ao clima Úmido, o Am ao de Monções, o Aw ao Chuvoso-Seco, o BSh ao Semi-Árido e o BWh ao Árido.

<sup>4</sup>O clima Am é condicionado por uma inversão sazonal dos ventos de monções, que atuam no sul e sudeste da Ásia, América Central e Oceania, provocando chuvas no inverno e estiagem no verão. O clima Aw é condicionado por sistemas de circulação atmosférica que atuam sazonalmente no interior da América do Sul e da África, causando chuvas no verão e estiagem no inverno (Woodward 1987; Peel *et al.* 2007).

savannas (Woodward 1987; Brown & Lomolino 1993) e levando-as a superar as florestas ombrófilas quanto a esses quesitos (Murphy & Lugo 1986).

A duração das estações e os totais anuais de precipitação variam entre e dentro das regiões de ocorrência das florestas estacionais tropicais, devido a diferenças na atuação dos fatores físicos que os controlam e a influências orográficas e dos climas das regiões vizinhas (Walter 1986b; Woodward 1987). Essas variações, em conjunção com variações de ordem edáfica, imprimem consideráveis diferenciações na fisionomia, composição, estrutura e dinâmica dessas florestas (Eyre 1963; Walter 1986b; Woodward 1987). A diferenciação mais perceptível é no grau de deciduidade foliar da comunidade arbórea na estação seca, que pode variar de moderado a acentuado e permite a distinção de duas formas de floresta estacional nos trópicos – a semidecídua e a decídua (Walter 1986b; Woodward 1987; Mueller-Dombois & Ellenberg 2002).

Apesar de terem tido as suas características descritas e propagadas há mais de um século (Grisebach 1875; Schimper 1903), essas florestas permaneceram longo tempo praticamente fora do foco da pesquisa científica, em função da prioridade dada pelos estudiosos da vegetação tropical aos desafios apresentados pelas florestas ombrófilas e savanas (Murphy & Lugo 1986; Janzen 1988; Ler dau *et al.* 1991). Contudo, recentemente, os estudos nessas florestas aumentaram de forma substancial, devido à repercussão dos trabalhos destes autores, que as qualificaram como uma das formações mais ameaçadas de desaparecimento nos trópicos, e ao aumento da preocupação com a conservação da biodiversidade mundial (Sanchez-Azofeifa *et al.* 2005; Miles *et al.* 2006; Pennington *et al.* 2006).

Os estudos realizados nas duas últimas décadas focalizaram as florestas estacionais tropicais desde o nível de comunidade até o nível global e abordaram uma multiplicidade de aspectos, sempre lidando com problemas gerados pela diversidade de nomes que são a elas dados na literatura e pela falta de consenso quanto aos limites pluviométricos que seriam balizadores de sua ocorrência (Murphy & Lugo 1986; Pennington *et al.* 2000; Miles *et al.* 2006). Os limites considerados têm variado de autor para autor, como entre 250 e 2000 mm/ano (Murphy & Lugo 1986), entre 400 e 1700 mm/ano (Gerhardt & Hytterborn 1992) e menor que 1600 mm/ano (Gentry 1995). Por outro lado, existem autores que simplificadamente as conceituam como florestas que estão ligadas a climas caracterizados por um período de chuvas e outro de estiagem que se repetem todos os anos em épocas bem definidas, o que deixa à parte as formações decíduas do clima semi-árido,

que normalmente apresenta precipitações erráticas e dois períodos de estiagem no ano (Beard 1955; Woodward 1987; Veloso *et al.* 1991, Peel *et al.* 2007).

Diversos autores procuraram traçar o perfil das florestas estacionais tropicais, caracterizando-as como formações que: 1) ocorrem em relevos variáveis, das proximidades do nível do mar até 1000 metros de altitude; 2) estão submetidas a temperaturas médias anuais acima de 20 °C; 3) passam por períodos de estiagem de 4(5)-6(8) meses de duração; 4) recebem alta radiação solar durante todo o ano; 5) estão sujeitas à altas taxas de evapotranspiração potencial; 6) estão relacionadas a solos que geralmente são férteis e têm textura e profundidade muito variáveis; e 7) em comparação com as suas congêneras ombrófilas, são de menor estatura e densidade; apresentam menor área basal e menor produção primária líquida; possuem menor riqueza florística e maior número de espécies espinescentes; possuem maior quantidade de espécies de ampla distribuição geográfica; apresentam maior proporção de espécies anemocóricas (Eyre 1963; Polunin 1971; Murphy & Lugo 1986; Gentry 1995; Medina 1995; Mooney *et al.* 1995; Pennington *et al.* 2000, 2006).

Uma considerável parte dos estudos realizados em florestas estacionais tropicais nas duas últimas décadas foi dirigida para a formação de acervo de conhecimentos sobre os seus aspectos florísticos, estruturais, ambientais (passado e presente) e conservacionistas, e sobre as relações entre elas e as variáveis ambientais. A maior parte desses estudos foi realizada na região neotropical, que detêm em torno de 67% da área de remanescentes dessa vegetação no mundo (Miles *et al.* 2006).

## 2.2. RELAÇÕES VEGETAÇÃO-AMBIENTE EM FLORESTAS ESTACIONAIS NEOTROPICAIS

As comunidades vegetais, mesmo as de aparência uniforme e estável, têm na variabilidade um dos seus aspectos mais marcantes e importantes. Essa variabilidade é decorrente da atuação constante e concomitante de fatores bióticos e abióticos que variam no espaço e no tempo e que controlam o comportamento e os padrões de distribuição e de abundância das espécies (Whittaker 1975; Kent & Coker 1994).

Conforme o conceito de *continuum* de vegetação (McIntosh 1967), uma espécie surge em um habitat, atinge a sua máxima abundância ou biomassa onde as condições ambientais são ótimas para sua existência e desaparece onde essas condições tornam-se desfavoráveis para o seu estabelecimento ou permanência. Todo esse processo decorre

da atuação desses fatores, que têm na própria vegetação um dos seus agentes modificadores do ambiente (Whittaker 1975; Tilman & Pacala 1993).

O estudo das relações entre vegetação e fatores ambientais tem como objetivo a identificação e descrição das variáveis que estão relacionadas a diferenciações na composição e na estrutura das comunidades. Esse objetivo pode ser alcançado com maior eficiência e precisão por meio do exame das correlações dessas variáveis com eixos de ordenação gerados por técnicas de análise multivariada que relacionam diretamente ou então indiretamente as abundâncias das espécies com os fatores do meio (Gauch Jr. 1982; Kent & Coker 1994).

Os estudos nessa linha tiveram origem em observações empíricas que levaram à percepção de que o revestimento florístico era um dos componentes mais mutáveis nas paisagens naturais. As primeiras explicações para essas variações foram formalmente divulgadas no começo do século XIX por Alexander von Humboldt, que as atribuiu a diferenciações nos fatores climáticos e edáficos e sugeriu linhas de pesquisa para detalhar a participação das variáveis envolvidas (Acot 1990; Brabherr & Kojima 1993).

Mais tarde, Grisebach (1875), Schimper (1903) e Warming (1909) confirmaram as idéias iniciais desse naturalista, acrescentando que as diferenciações no clima seriam determinantes de variações em escala regional e que diferenciações no solo seriam responsáveis por variações locais. Posteriormente, vários autores (Polunin 1971; Walter 1971, 1986a, b; Colinvaux 1973; Willis 1973; Etherington 1976; Lathwell & Grove 1986) esclareceram que as variáveis climáticas e edáficas atuam de forma interativa e que também é importante considerar a participação dos seres vivos, que interagem com o meio e com eles próprios e direta ou indiretamente promovem variações na vegetação.

Outros autores procuraram detalhar o leque de variáveis que de forma direta ou indireta causam variações na vegetação. Woodward & Williams (1987) referiram-se à participação do relevo e dos microclimas na formação de mosaicos fitofisionômicos e no surgimento de endemismos. Bourgeron (1983) citou a topografia como fator que promove variações espaciais nas propriedades físico-químicas e no regime hídrico dos solos, e conseqüentemente na vegetação. Sarmiento (1992) propôs um modelo conceitual para relacionar formações tropicais a fatores ambientais, onde indicou que a seca sazonal é o principal fator que determina a ocorrência de florestas decíduas. Vivian-Smith (1997) identificou a heterogeneidade microtopográfica como fator que promove variações florísticas em unidades ambientais bem delimitadas. Collins *et al.* (1989) e Bell & Lechowicz (1991) analisaram as formas de resposta das plantas à

heterogeneidade espacial em unidades desse tipo, observando que a composição das comunidades pode variar entre os microhabitats, devido à aleatoriedade da dispersão de sementes e a diferenças no substrato. Anteriormente, Fowler (1988) havia constatado que a heterogeneidade ambiental tem efeito importante na vegetação, regulando as comunidades e populações no espaço e no tempo. Através de estudos de dinâmica de clareiras Swaine & Hall (1988), Hatshorn (1990) e Whitmore (1997) concluíram que distúrbios localizados atuam como fatores que promovem diferenciações na vegetação e aumento ou diminuição na diversidade de espécies.

Os estudos sobre as relações entre vegetação e variáveis ambientais foram primeiro realizados na zona temperada do hemisfério norte e depois na zona tropical (Eyre 1963; Polunin 1971). A maior parte dos estudos sobre essas relações em florestas estacionais tropicais foi executada na região neotropical, que é a parte do mundo aonde ainda existe um número relativamente grande de remanescentes dessa vegetação (Miles *et al.* 2006; Pennington *et al.* 2006). Já existe um considerável número de trabalhos sobre esse tema na literatura científica brasileira e internacional, mas muitos resultados são contraditórios e observa-se que ainda existe uma série de aspectos a serem investigados e esclarecidos.

Os estudos realizados nessas partes dos neotrópicos seguiram metodologias diversas e focalizaram diferentes aspectos dessas relações. Os primeiros trabalhos originaram-se de observações de campo e de levantamentos expeditos de dados de vegetação e solo (p.ex., Warming 1908; Beard 1944; Waibel 1948; Alvim & Araújo 1952; Faissol 1952; Loveless & Asprey 1956; Ratter *et al.* 1973, 1978a, b). Atualmente, a adoção de protocolos padronizados para inventários e o emprego de técnicas de análise multivariada adaptadas para estudos de vegetação vem proporcionando maior objetividade e exatidão nos levantamentos de dados e na interpretação e comparação dos resultados das investigações (Felfili *et al.* 2005, 2007b).

Furley & Newey (1979) fizeram em Belize, América Central, um dos primeiros trabalhos com utilização de técnicas de análise multivariada para investigar correlações entre vegetação e variáveis ambientais em florestas estacionais nos neotrópicos. Os autores analisaram a vegetação ao longo de um gradiente topográfico de um afloramento calcário e concluíram que a disponibilidade de umidade e de nutrientes variou em função da topografia do terreno e que essa variação gerou mudanças na composição e na estrutura da comunidade.

Em um estudo abrangente sobre florestas estacionais tropicais, Murphy & Lugo (1986) expuseram que devido à rápida resposta das plantas à chegada das chuvas, os nutrientes não desempenhariam um papel preponderante na regulação da estrutura e da dinâmica dessas florestas, cabendo essa função ao déficit sazonal de umidade. Em trabalho anterior, Pitman (1981) havia assinalado que o teor de alguns nutrientes pode conferir tolerância à seca, ajudando as plantas a manterem a pressão osmótica em suas folhas nas épocas de déficit de umidade no solo. Por meio de pesquisas em Ghana, na região paleotropical, Swaine (1996) concluiu que é difícil separar as influências das secas sazonais das influências dos nutrientes no solo, devida à convariância entre as mesmas.

Outros estudos de destaque em florestas estacionais na América Central foram os de Huston (1980), Boerchet (1994), Gillespie *et al.* (2000) e Brewer *et al.* (2003). Huston (1980) analisou dados de comunidades arbóreas e de solos de 46 sítios de formações florestais (incluindo florestas estacionais) na Costa Rica, visando investigar possíveis correlações entre riqueza de espécies e teor de nutrientes no solo. Os resultados indicaram correlação negativa entre disponibilidade de nutrientes e riqueza de espécies, confirmando a hipótese de que em comunidades onde distúrbios são raros esse tipo de correlação tende a ocorrer.

Com objetivos similares aos de Huston (1980), Gillespie *et al.* (2000) coletaram dados de riqueza e abundância de espécies lenhosas em remanescentes de floresta estacional na Costa Rica e na Nicarágua e os analisaram em conjunto com dados de precipitação e do histórico de distúrbios antropogênicos. A conclusão dos autores foi a de que o fator distúrbio teve efeito maior sobre esses parâmetros das comunidades do que o fator precipitação. Em um trabalho anterior, Gentry (1995) sugerira que a pequena influência da precipitação sobre a riqueza de espécies em florestas estacionais tropicais seria, provavelmente, devido a fatores biogeográficos.

O estudo de Boerchet (1994) foi em busca de explicação para o fato de grande parte das árvores das florestas estacionais tropicais perderem as folhas, brotarem e florescerem no período seco. O autor monitorou árvores de 37 espécies de diferentes sítios na Costa Rica, durante duas estações secas. Os resultados sugeriram que as variações sazonais no teor de água nas árvores foram o principal determinante da fenologia e da distribuição das espécies nas florestas estudadas.

O estudo de Brewer *et al.* (2003) objetivou detectar mudanças na diversidade de espécies ao longo de gradientes topográficos e também foi realizado em afloramentos

calcários em Belize. Os autores verificaram que a diversidade de espécies apresentou tendência de aumento com o incremento da altitude, contrariando uma tendência geral observada por Gentry (1982, 1988, 1995) em florestas ombrófilas.

Os estudos sobre as relações entre vegetação e variáveis ambientais em florestas estacionais no Brasil tiveram início através das observações de Warming (1908), Melo-Barreto (1942), Waibel (1948), Faissol (1952), Magalhães (1956) e dos levantamentos de Alvim & Araújo (1952), Bramão & Black (1955), Azevedo (1966), Rizzo *et al.* (1971), Ratter *et al.* (1973, 1978a, b) e Furley *et al.* (1988). Esses estudos e os que foram posteriormente realizados com emprego de métodos quantitativos de inventário e análise de dados concentraram-se nas regiões Sudeste e Centro-Oeste e focalizaram florestas estacionais semidecíduas e decíduas.

Os estudos conduzidos nas formações semidecíduas são mais numerosos e dentre eles podem ser citados os de Oliveira-Filho *et al.* (2001), Botrel *et al.* (2002), Ruggiero *et al.* (2002) e Dalanesi *et al.* (2004). O objetivo do estudo de Oliveira-Filho *et al.* (2001) foi verificar se as variações na composição e na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal localizado no Estado de Minas Gerais estavam relacionadas a variações nas propriedades dos solos. Os resultados indicaram que diferenças nos teores Ca e K e no regime hídrico dos solos foram os fatores que apresentaram maior relação com as variações na comunidade.

O trabalho de Botrel *et al.* (2002) constou de uma investigação que objetivou verificar se existiam correlações entre variações na composição e na estrutura da comunidade arbustivo-arbórea e variações na fertilidade e no regime hídrico dos solos de uma floresta nesse mesmo Estado. Os resultados revelaram que a distribuição e a abundância das espécies estavam significativamente correlacionadas com a fertilidade, representada pela saturação por bases, e com os níveis de umidade dos solos.

A investigação em floresta estacional feita por Ruggiero *et al.* (2002) foi conduzida no Estado de São Paulo, no âmbito de um estudo sobre relações solo-vegetação em um gradiente vegetacional. Os elementos lenhosos da floresta mostraram maior correlação com alta percentagem de argila, elevada saturação por bases e baixa saturação de alumínio.

O estudo realizado por Dalanesi *et al.* (2004) consistiu de uma avaliação das correlações entre distribuição de espécies arbóreas e propriedades físico-químicas dos solos, classes de drenagem do solo, inclinação do terreno e fator borda. Os resultados

apontaram as classes de drenagem e o fator borda como as variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas com a distribuição das abundâncias das espécies.

Os estudos em bases modernas sobre as relações vegetação-ambiente em florestas decíduas no Cerrado ainda estão na sua fase inicial e até o momento constam apenas daqueles realizados por Oliveira-Filho *et al.* (1998) e Souza *et al.* (2007) no Triângulo Mineiro. O estudo de Oliveira-Filho *et al.* (1998) envolveu uma avaliação das influências de clareiras no dossel, da topografia do terreno e das propriedades físico-químicas do solo sobre a distribuição das espécies lenhosas numa floresta situada em solo derivado de basalto. A principal conclusão dos autores que foi que a distribuição da abundância das espécies correlacionou-se significativamente com a área relativa de clareiras nas parcelas e com o gradiente nas propriedades dos solos e na topografia. No estudo de Souza *et al.* (2007), o objetivo foi investigar a influência da fertilidade edáfica na distribuição das espécies arbóreas de uma floresta que se situa em uma área onde há faixas de solos derivados de basalto e de micaxisto. Os autores constataram que a distribuição de algumas espécies estava associada a teores mais elevados de fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

As florestas estacionais vinculadas a afloramentos calcários no Brasil ainda não foram contempladas com estudos que tivessem como objetivo a busca de informação sobre as suas relações com as variáveis ambientais. A única investigação a respeito dessas relações está inserida no trabalho de Scariot & Sevilha (2005) e se refere a uma análise das diferenças florísticas e estruturais entre as comunidades da superfície dos afloramentos e as das áreas planas ao redor dos mesmos, no vale do rio Paranã, no Estado de Goiás.

### 2.3. FLORESTAS ESTACIONAIS EM AFLORAMENTOS CALCÁRIOS

Existem, em quase todas as partes da Terra, áreas onde não existe solo, ou ele é incipiente, restrito e descontínuo, e as suas superfícies são constituídas basicamente por rochas. São os chamados afloramentos rochosos, que podem ser de tamanho e conformação muito variados, mas que sempre constituem espaços diferenciados na paisagem dominante e geralmente contêm comunidades bióticas diferentes daquelas das áreas circundantes (Thomas 1974; Gerrard 1988; Scarano 2007).

Os afloramentos rochosos podem ser originários de movimentos epirogenéticos que sobrelevam camadas subsuperficiais de rochas ou de processos erosivos que

removem o solo sobreposto a essas camadas, exumando-as. Esses afloramentos podem ser de rochas como granito, gnaiss, arenito e quartzito, mas os considerados mais comuns no mundo são de calcário (Thomas 1974; Trudgill 1985; Gerrard 1988).

Calcário (do latim *calcarium*, o que contém cal) é o nome usado para designar um conjunto heterogêneo de rochas sedimentares, formadas em ambientes marinhos ou lagunares, que têm como componente fundamental o mineral calcita, cuja composição química é o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Essas rochas são referidas como carbonáticas ou carbonatadas e podem conter outros minerais, como a dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) (Leighton & Pendexter 1962; Lippmann 1973; Guerra 1993). O elemento magnésio está sempre presente nessas rochas e os seus teores são usados na classificação química das mesmas (Ham & Pray 1962).

As rochas calcárias formaram-se ao longo da maior parte a história da Terra – do Pré-Cambriano ao Holoceno<sup>5</sup> (Lippmann 1973; Stokes 1982). Durante esse longo intervalo do tempo geológico, o nível, a composição e a dinâmica das águas dos mares e oceanos variaram diversas vezes. Essas variações fizeram com que os calcários viessem a ter distribuição mundial; a ocorrer em diferentes profundidades; a possuir propriedades físicas e químicas variáveis; e a conter muitas impurezas, principalmente sílica ( $\text{SiO}_2$ ), fluorita ( $\text{CaF}_2$ ), gipsita ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), areia e argila (Leighton & Pendexter 1962; Lippman 1973). Apesar disto, e em parte por causa disto, os calcários são uma das rochas mais versáteis e de maior utilização no mundo (Lippman 1973; Ciminelli 2003).

As superfícies ocupadas por afloramentos calcários variam grandemente em forma e extensão. Segundo Zhaoran (1995), existe na China uma área praticamente contínua de 283.000 km<sup>2</sup> de rocha calcária exposta, que seria o maior afloramento dessa rocha no mundo. Karmann & Sanchez (1979) estimaram ‘a área de ocorrência de calcários no Brasil entre 425.000 e 600.000 km<sup>2</sup>, sem mencionar a fração que corresponderia a afloramentos. O mapa de ocorrências minerais no Brasil (Brasil 2007) indica a existência de 729 minas e 405 garimpos de calcário no país, sugerindo ocorrências de pequenos e grandes afloramentos no território nacional.

---

<sup>5</sup> Pré-Cambriano é o período geológico compreendido entre a consolidação da Terra ( $\pm 4,5$  bilhões de anos A.P.) e o início do Cambriano ( $\pm 540$  milhões de anos A.P.). Holoceno é a época geológica mais recente, que se estende de 11.500 anos A.P. até hoje (Gradstein *et al.* 2004). Recentemente, Zalasiewicz *et al.* (2008) lançaram o conceito de que a Terra hoje estaria em um novo período, o Antropoceno.

Thomas (1974), Trudgil (1985) e Gerrard (1988) destacaram a alta susceptibilidade dos calcários à dissolução pelo ácido carbônico contido na água das chuvas e nas substâncias liberadas por raízes das plantas e por detritos orgânicos. Esses autores conceituaram os afloramentos dessas rochas como estruturas que têm superfícies muito heterogêneas sob o ponto de vista microtopográfico e atribuíram essa heterogeneidade à natureza química e física dos calcários. Conceituaram, ainda, tais afloramentos como sistemas altamente dinâmicos, que além de dissolução sofrem desagregação por ação mecânica de raízes, desmoronamentos e desabamentos. Em outro trabalho, Eyre (1963) ratificou afirmações anteriores, qualificando os afloramentos calcários como ambientes ricos em nutrientes para as plantas e deficitários em umidade no período seco, quando situados nos climas sazonais dos trópicos.

Crowther (1982) e Furley & Newey (1979) consideraram que a heterogeneidade física e química e o dinamismo dos afloramentos calcários são fatores que levam à formação de muitos microhabitats e gradientes nesses sistemas, e, conseqüentemente, ao estabelecimento de espécies com diferentes habilidades no aproveitamento dos recursos. Por outra parte, Eyre (1963) e Polunin (1971) consideraram que, sendo ricos em nutrientes e deficitários em umidade no período de estiagem, esses afloramentos são ambientes que favorecem e ao mesmo tempo impõem restrições ao estabelecimento de plantas, selecionando as espécies por sua tolerância à seca. Crowther (1982), Furley & Newey (1979) e Pérez-García & Meave (2004) deduziram através de investigações de campo que o tempo de residência da água nesses corpos rochosos é reduzido.

Trabalhos realizados ao redor do mundo mostram que a vegetação da superfície dos afloramentos calcários varia amplamente em fisionomia e estrutura, podendo ser predominantemente campestre, como em algumas partes dos Estados Unidos (Baskin *et al.* 1995; Baskin & Baskin 2000) e da Europa (Escudero 1996); arbustivo-arbórea, como em alguns pontos do vale do rio São Francisco, no Brasil (Andrade-Lima 1977; Magalhães & Ferreira 1985); ou florestal, como na Ásia (Chin 1977; Zhaoran 1995; Zhu *et al.* 2003) e na América tropical (Murphy & Lugo 1995; Prado 2000; Pennington *et al.* 2000, 2006; Pérez-García & Meave. 2004).

Pelo volume de trabalhos publicados, a maior parte dos afloramentos calcários nos trópicos é revestida por florestas e a maioria destas está situada em regiões de climas sazonalmente secos, sendo tipicamente decíduas. Após estudos no México, Pérez-García & Meave (2004) levantaram a hipótese de que as exceções observadas

nessas regiões estariam ligadas a acentuados déficits hídricos no solo e a eventos paleoclimáticos que provocaram mudanças na vegetação, sobretudo no Pleistoceno.

As florestas associadas a afloramentos calcários ocupam lugar de destaque entre as formações vegetais tropicais, por serem consideradas relictuais (Prado & Gibbs 1993; Prado 2000; Pennington *et al.* 2000, 2006), conterem espécies endêmicas ou pouco comuns (Crowther 1982; Gentry 1995; Pérez-Garcia & Meave 2004) e concentrarem recursos naturais importantes para a humanidade (Murphy & Lugo 1986).

O número de estudos nessas florestas cresceu consideravelmente, nas últimas três décadas. No Brasil, os estudos estiveram concentrados no bioma Cerrado e versaram, basicamente, sobre composição e estrutura (Ratter *et al.* 1978b; Ramos 1989; Scariot & Sevilha 2000; Silva & Scariot 2003, 2004a, b; Nascimento *et al.* 2004; Felfili *et al.* 2007a). Esses estudos indicaram que a comunidade arbórea dessas florestas é mais esparsa e menos portentosa e rica do que as das litologias não carbonáticas e que a presença de calcário resulta na ocorrência de muitas espécies consideradas calcícolas. Um remanescente estudado por Felfili *et al.* (2007a) nesse bioma mostrou afinidade florística com as caatingas arbóreas, com outros remanescentes no Brasil Central e no Pantanal e com as florestas decíduas estudadas por Killeen *et al.* (1998) no leste da Bolívia. Esse resultado pode ser considerado mais um indicativo de que existem fatores ambientais que foram ou são comuns às diferentes disjunções dessa vegetação.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. ÁREAS DE ESTUDO

##### 3.1.1. LOCALIZAÇÃO

O estudo foi realizado em quatro disjunções de Floresta Estacional Decídua que estão associadas a afloramentos calcários no bioma Cerrado e estão situadas no noroeste do Distrito Federal, sudoeste da Bahia, nordeste de Goiás e leste de Mato Grosso. A localização dessas disjunções, tendo como base o Mapa de Biomas Brasileiros (IBGE 2004b), está indicada na figura 1. As coordenadas geográficas e as distâncias em linha reta entre as áreas de amostragem da vegetação nessas disjunções estão indicadas na tabela 1.

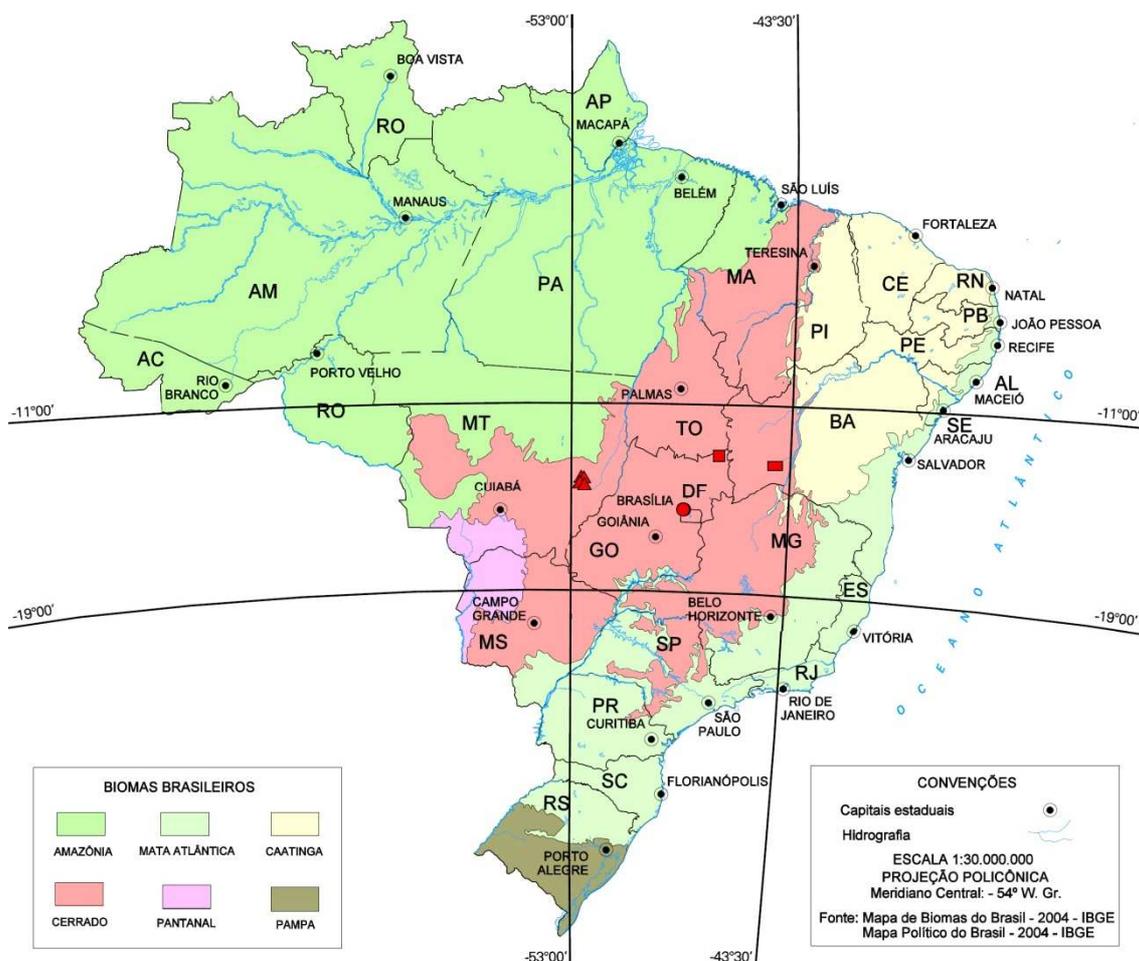


Figura 1. Localização das disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no Distrito Federal (●), Bahia (—), Goiás (■) e Mato Grosso (▲), tendo como referência o Mapa de Biomas Brasileiros (IBGE 2004b) e o quadrilátero que representa a parte central do bioma Cerrado.

Tabela 1. Coordenadas geográficas e distâncias em linha reta entre as áreas de amostragem de Floresta Estacional Decídua em afloramentos calcários nas disjunções do Distrito Federal (DF), Bahia (BA), Goiás (GO) Mato Grosso (MT).

Disjunções	Coordenadas geográficas	Distâncias (km)			
		DF	BA	GO	MT
DF	15°30'04" S / 47°18'09" W*	-	476	308	487
BA	13°30'05" S / 44°14'16" W	476	-	266	898
GO	13°08'46" S / 46°39'34" W	308	266	-	645
MT	14°20'57" S / 52°20'43" W*	487	898	645	-

\*Amostragem realizada em mais de um sítio na mesma disjunção; as coordenadas são dos sítios de maior dimensão.

A região do bioma Cerrado que contém as disjunções florestais estudadas está compreendida no quadrilátero formado pelas coordenadas de 11° / 19° S e 43°30' / 53° W (figura 1) e abrange o Distrito Federal, o Estado de Goiás e áreas dos estados de

Minas Gerais, Bahia, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Esse quadrilátero compreende toda a área nuclear do bioma Cerrado e está no centro da Diagonal de Formações Abertas (Vanzolini 1963) ou Corredor de Vegetação Xérica (Bucher (1982), que se estende do bioma Caatinga ao Chaco, após passar pelo bioma Pantanal, e se interpõe aos biomas Amazônia e Mata Atlântica. Os seus limites englobam superfícies das bacias dos rios Tocantins, São Francisco e Paraná e concentram amostras das cinco unidades de paisagem e das 15 unidades ecológicas identificadas por Silva *et al.* (2006) no Cerrado, a partir de análises da vegetação e da fisiografia.

### 3.1.2. DESCRIÇÃO

#### 3.1.2.1. ÁREA DO DISTRITO FEDERAL

Está situada no vale do rio Sal, um tributário da bacia do Tocantins que nasce numa das vertentes da Chapada da Contagem, no noroeste dessa unidade federativa. O clima é do tipo Aw da classificação de Köppen, com variações para Cwa e Cwb (Baptista 2006), ou do Zonobioma II de Walter (1986b), com cinco meses biologicamente secos. As médias anuais de temperatura e precipitação registradas na estação climatológica de Brasília, no período de 1986-2006, foram de 21,1° C e de 1.475 mm (figura 2). A geologia é representada por rochas do Proterozóico atribuídas aos grupos Paranoá e Canastra. As rochas do Grupo Paranoá predominam e incluem os calcários existentes na área, além de dolomitos, margas e quartzitos, entre outras (Campos 2006). O relevo varia de escarpado a plano-ondulado e as altitudes oscilam entre 760 e 1.300 metros a.n.m. A parte mais elevada corresponde ao topo da Chapada da Contagem, que separa as bacias do Tocantins e do Paraná (Martins *et al.* 2006). Os solos predominantes são distróficos e compreendem, principalmente, Cambissolos e Latossolos. Solos de maior fertilidade, como Argissolos, Nitossolos e Neossolos Litólicos Eutróficos, ocorrem associados aos afloramentos calcários (EMBRAPA 1978; Reatto *et al.* 2008)<sup>6</sup>. A vegetação inclui formações como Floresta Estacional, Floresta de Galeria, Cerradão, Cerrado *sensu stricto*, Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre (Felfili *et al.* 2006). A flórua vascular está estimada em cerca de 3.000 espécies e inclui elementos considerados raros no Cerrado (Pereira *et al.* 1996).

---

<sup>6</sup> Nomeclatura das classes de solos atualizada segundo EMBRAPA (2006).

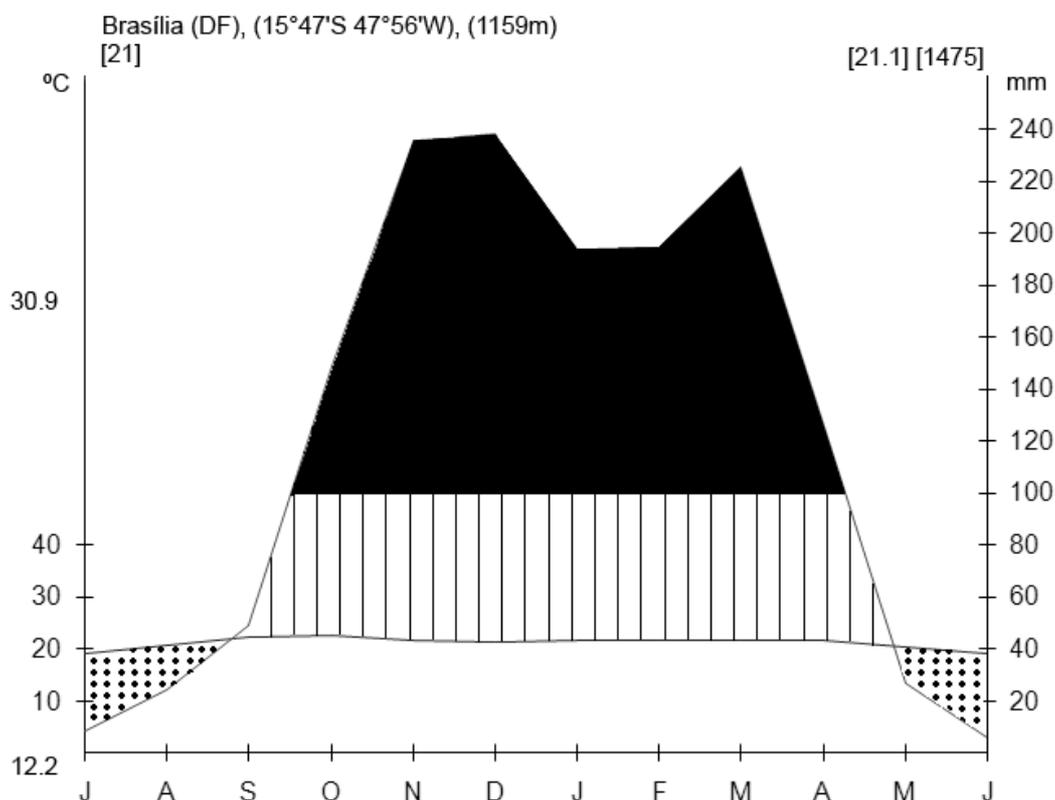


Figura 2. Diagrama climático elaborado segundo Walter (1986b), com os registros da estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET em Brasília (DF) no período de 1986-2006. Estação situada a uma distância de 30 km dos sítios de amostragem. Legenda:  = período seco,  = período úmido,  = período de precipitações mensais acima de 100 mm.

A disjunção de Floresta Estacional Decídua estudada nessa área foi fragmentada por desmatamentos praticados por fazendeiros desde o começo do século passado. A amostragem foi realizada em três fragmentos, dessa disjunção, que atualmente fazem parte da Fazenda Santa Sarah. O fragmento de maior dimensão perfaz uma área de aproximadamente 35 hectares e está situado em uma encosta que se inicia na margem do rio do Sal e que tem no topo uma camada de rocha não calcária coberta por solo distrófico e vegetação de cerrado; os outros fragmentos são áreas que medem menos de 5 hectares e que se situam em superfícies planas circundadas por pastagens (figura 3). As coordenadas geográficas e a altitude média desses fragmentos estão indicadas na Tabela 2, além das distâncias entre os mesmos e o número de parcelas neles amostradas.

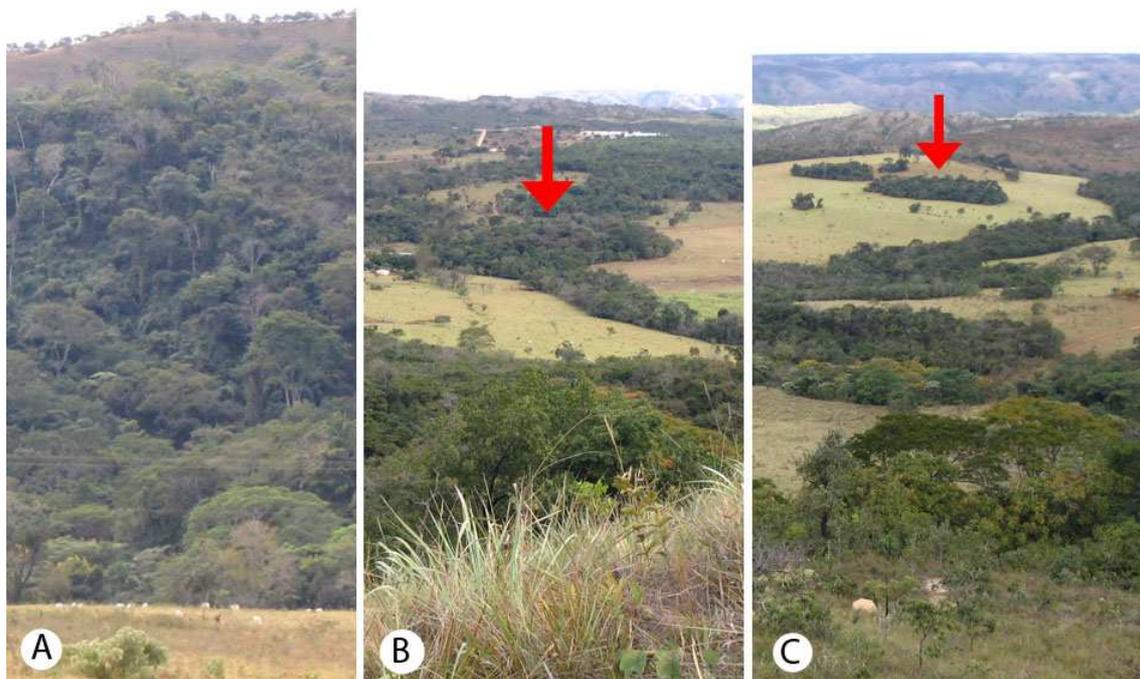


Figura 3. Aspecto dos fragmentos de Floresta de Estacional Decídua amostrados na disjunção do noroeste do Distrito Federal. A = aspecto de parte do fragmento amostrado na encosta do vale do rio do Sal; B e C = aspecto geral e do entorno dos fragmentos amostrados em áreas planas nesse vale. Recortes de fotos de Ricardo Haidar e Gabriel Damasco, 16/06/2006.

Tabela 2. Coordenadas geográficas, altitude média e distância em linha reta entre os fragmentos da disjunção de Floresta Estacional Decídua amostrada em afloramentos calcários no noroeste do Distrito Federal e número de parcelas alocadas nos fragmentos.

Fragmentos	Coordenadas geográficas	Altitude média (m)	Distância entre os fragmentos (km)			Nº de parcelas
			1	2	3	
Faz. Sta. Sarah 1	15°30'22" S, 48°09'40" W	839	-	0,8	1,8	15
Faz. Sta. Sarah 2	15°30'48" S, 48°09'59" W	813	0,8	-	1,6	7
Faz. Sta. Sarah 3	15°30'13" S, 48°10'29" W	811	1,8	1,6	-	3

### 3.1.2.2. ÁREA DA BAHIA

A disjunção de Floresta Estacional Decídua dessa área está situada no vale do rio Corrente, um afluente da margem esquerda do rio São Francisco que drena a faixa ocidental da transição do Cerrado com a Caatinga. O clima é do tipo Aw da classificação de Köeppen (Reis 1971), ou do Zonobioma II de Walter (1986b), com seis meses biologicamente secos. As médias anuais de temperatura e precipitação registradas

na estação climatológica que tem a maior série histórica de dados na região foram de 24,4° C e de 919 mm (figura 4). A geologia caracteriza-se pelo predomínio de rochas do Proterozóico Superior, com abundância de calcários do Grupo Bambuí, além de dolomitos, argilitos, folhelhos, ardósias e outras (Misi 1979; Fernandes *et al.* 1982). O relevo predominante consta de uma superfície plana de onde emergem formações calcárias orientadas no sentido norte-sul, com altitudes na faixa de 500-550 metros a.n.m. (Mauro *et al.* 1982). Os solos mais comuns são eutróficos, com predominância de Argissolos e Latossolos Vermelho-Escuros nas áreas planas e ocorrências de Neossolos Litólicos nos afloramentos calcários (CODEVASF 1977; Krejci *et al.* 1982). A vegetação dominante é a Floresta Estacional Decídua, que cobre os afloramentos calcários e as planícies adjacentes, e em algumas partes contém inclusões de cerrados (CODEVASF 1977; Silva *et al.* 1982). No leste da disjunção ocorre uma vegetação arbustivo-arbórea densa e rica em leguminosas espinhosas, configurando uma forma de caatinga.

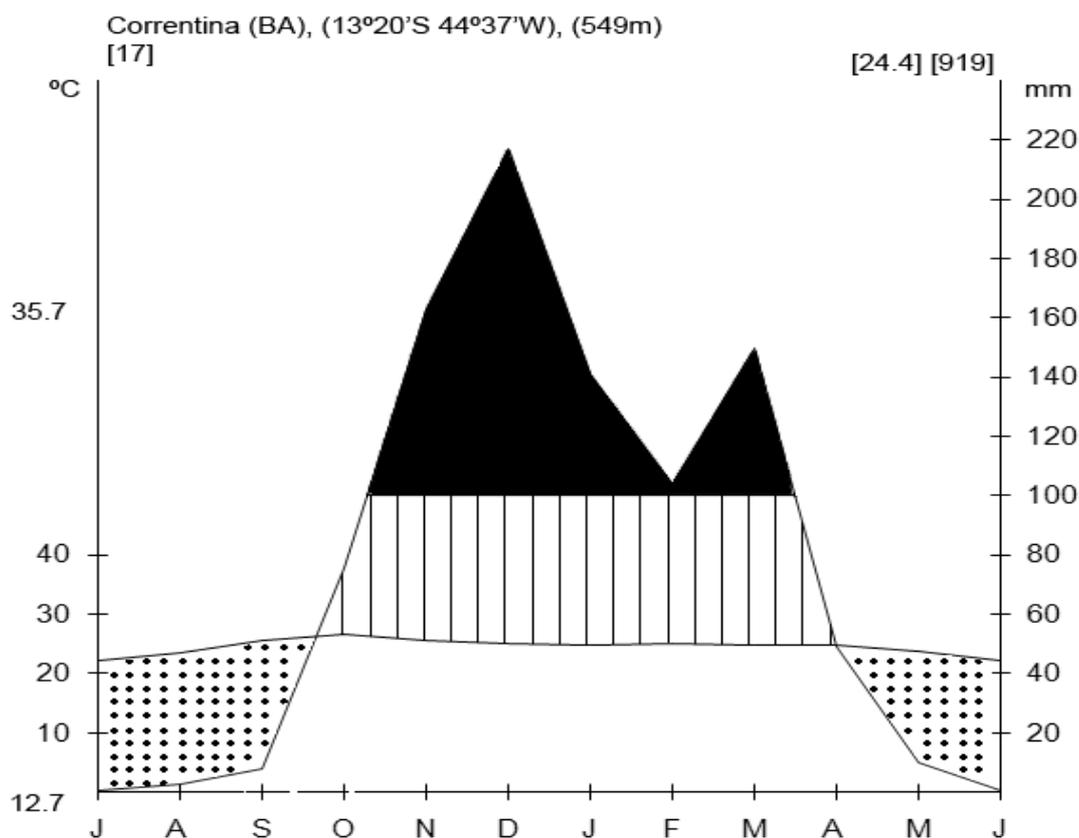


Figura 4. Diagrama climático elaborado segundo Walter (1986b), com os registros da estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET em Correntina (BA) nos períodos 1986-1988 e 1993-2006. Estação situada a uma distância de 45 km do sítio de amostragem. Legenda: = período seco, = período úmido, = período de precipitações mensais acima de 100 mm.

A vegetação das áreas planas dessa disjunção passou por um intenso processo de erradicação, para implantação de um projeto agropecuário coordenado pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF, na década de 1970. A amostragem da Floresta Estacional Decídua foi realizada numa elevação calcária que fica na margem esquerda da rodovia São Félix do Coribe-Jaborandi e que está circundada por pastagens, lavouras e vegetação nativa com diversos graus de alteração. O sítio amostrado nessa elevação está situado no município de São Félix do Coribe, nas coordenadas de 13°29'57" S e 44°14'13" W, faz limites com a Fazenda José Alves e possui uma altitude média da ordem de 496 metros a.n.m. (figuras 5 e 6).



Figura 5. Localização e aspecto do entorno do fragmento de Floresta Estacional Decídua amostrado na disjunção do sudoeste do Estado da Bahia. Recorte de imagem do Google Earth, maio/2008.



Figura 6. Aspecto externo de uma parte do fragmento de Floresta Estacional Decídua amostrado na disjunção do sudoeste da Bahia. Foto: Gabriel Damasco, 21/10/2006.

### 3.1.2.3. ÁREA DE GOIÁS

Está localizada no vale do rio Paranã, um afluente do rio Tocantins que drena o nordeste de Goiás e o sudeste do Estado do Tocantins. O clima é do tipo Aw da classificação de Köppen (Reis 1971), ou do Zonobioma II de Walter (1986b), com cinco meses biologicamente secos. As médias anuais de temperatura e precipitação registradas na estação climatológica que tem a maior série histórica de dados na região foram de 25,5° C e de 1606 mm (figura 7). A geologia consta de rochas do Proterozóico, compreendendo calcários, dolomitos, argilitos, folhelhos, ardósias e outras. Os calcários são do Grupo Bambuí e existem, também, ocorrências de coberturas detríticas do Cenozóico e de depósitos de fosfato (Fernandes *et al.* 1982; Brasil 1987). O relevo consta de uma superfície pediplanada que se acha intercalada por afloramentos calcários e elevações constituídas por quartzitos e outras rochas ácidas. A altitude situa-se em torno de 600 metros a.n.m. (Mauro *et al.* 1982; IBGE 1995). Os solos são variados, sendo que ao redor dos afloramentos calcários predominam Nitossolos, Argissolos e Cambissolos Eutróficos e nas demais áreas ocorrem Cambissolos, Neossolos Litólicos e Latossolos (Krejci *et al.* 1982; IBGE, 1995). As fitofisionomias predominantes são de Floresta Estacional e de Cerrado *sensu stricto*. As florestas

predominam nos afloramentos calcários e nos solos férteis a eles associados. Os cerrados ocorrem nos solos distróficos derivados de rochas ácidas e são muito variáveis em densidade e altura (Silva *et al.* 1982; IBGE, 1995).

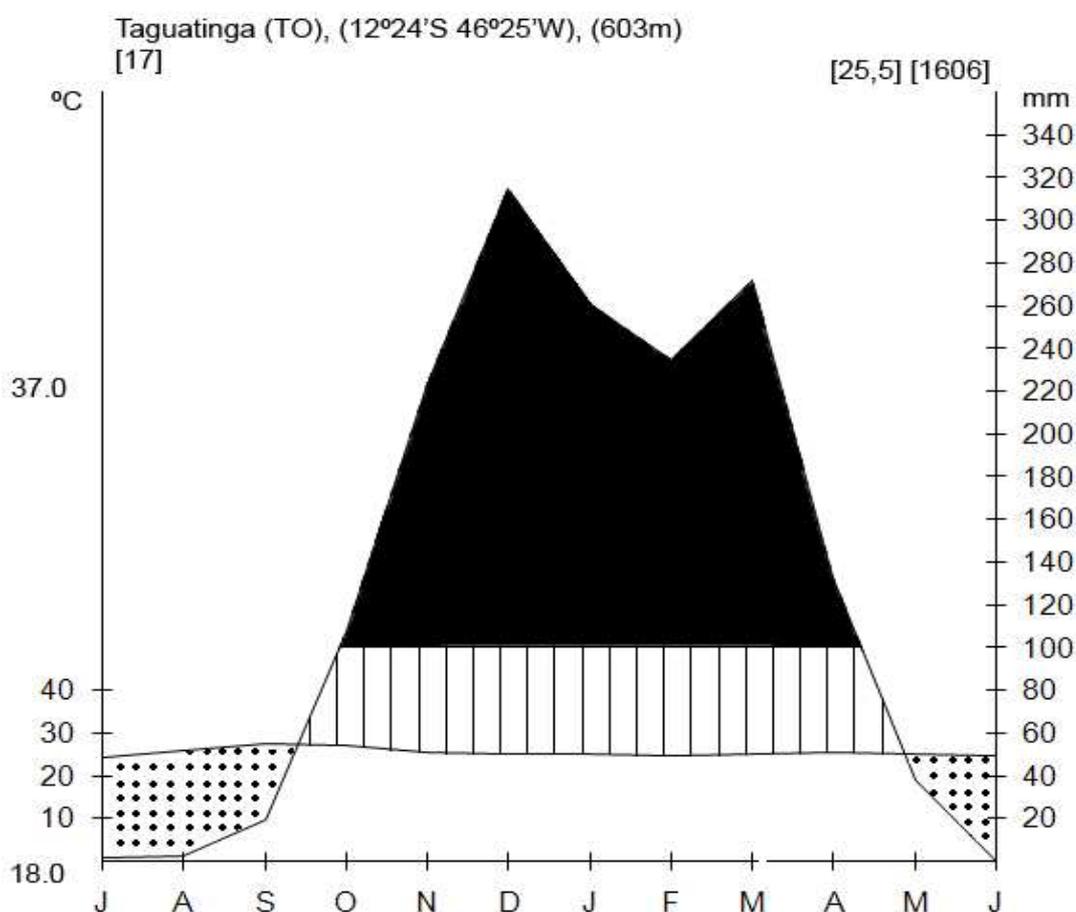


Figura 7. Diagrama climático elaborado segundo Walter (1986b), com os registros da estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET em Taguatinga do Tocantins (TO) nos períodos de 1986-1990 e 1995-2006. Estação situada a uma distância de 78 km do sítio de amostragem. Legenda: = período seco, = período úmido, = período de precipitações mensais acima de 100 mm.

As florestas estacionais do vale do Paranã passaram por um longo e intenso processo de extração de madeiras e de desmatamentos para implantação de fazendas (Scariot & Sevilha 2005). A amostragem nessa área foi realizada em um fragmento florestal que está localizado no município de Monte Alegre de Goiás, nas coordenadas de 13°08'46" S e 46°39'34" W e a uma altitude média 570 metros a.n.m. Esse fragmento está situado em uma elevação de aproximadamente 60 metros de altura, possui uma área contínua de aproximadamente 30 hectares e encontra-se circundado por pastagens e por vegetação nativa alterada pelo homem (figuras 8 e 9).

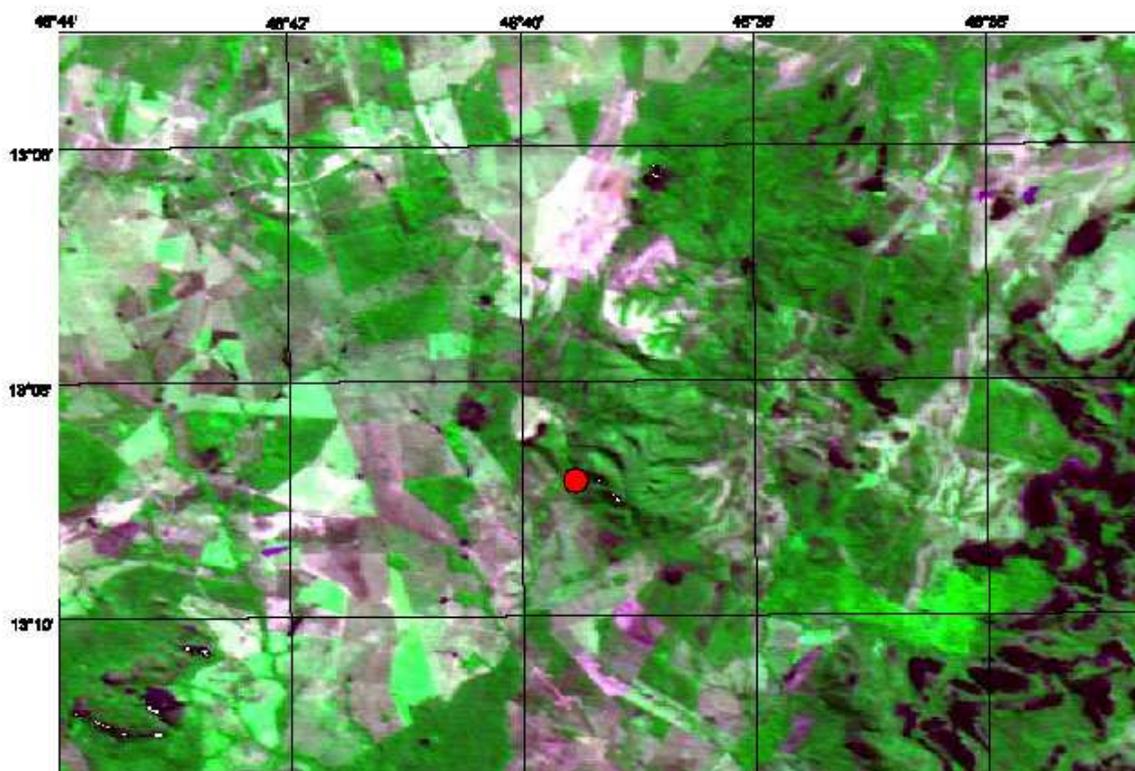


Figura 8. Localização (●) e aspecto do entorno do fragmento de Floresta Estacional Decídua amostrado na disjunção do nordeste do Estado de Goiás. Recorte de imagem CEBRS 2 cedida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, setembro/2007.



Figura 9. Aspecto externo de uma parte do fragmento de Floresta Estacional Decídua amostrado na disjunção do nordeste de Goiás. Foto: Ricardo Haidar, 10/08/2006.

#### 3.1.2.4. ÁREA DE MATO GROSSO

Situa-se no vale do rio Araguaia, englobando áreas dos municípios de Nova Xavantina e Cocalinho, no leste desse estado, e fazendo parte do pré-ecotono Cerrado/Amazônia, conforme Soares (1953) e Ackerly *et al.* (1989). O clima é do tipo Aw da classificação de Köeppen (Reis 1971), ou do Zonobioma II de Walter (1986b), com cinco meses biologicamente secos. As médias anuais de temperatura e precipitação registradas na estação climatológica de Nova Xavantina, nos anos de 1988, 1994 e 1998-2006, foram de 24,7° C e de 1363 mm (figura 10). A geologia consta de rochas pré-cambrianas das formações Cuiabá e Diamantino e de coberturas do Cenozóico. As rochas da Formação Cuiabá predominam no oeste da área e incluem calcários que afloram também no leste, nas coberturas cenozóicas (Toledo 1962; Drago *et al.* 1981). O relevo varia de suave ondulado na parte coincidente com as rochas pré-cambrianas a plano, com elevações esparsas, nas áreas de domínio dessas coberturas. As altitudes raramente excedem a cota de 350 metros a.n.m. (Toledo 1962; Mamede *et al.* 1981). Os solos mais comuns são distróficos e compreendem Plintossolos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos e Neossolos Quartzarênicos (Rios & Oliveira 1981). Askew *et al.* (1970a, b) e Ratter *et al.* (1973) mencionam ocorrências de solos mesotróficos associados a cerradões e florestas estacionais. A vegetação caracteriza-se pelo predomínio de fisionomias de Cerrado *sensu stricto* e por ocorrências de Floresta de Galeria, Floresta Estacional, Cerradão, Campo Seco e Campo Úmido (Ratter *et al.* 1973; Dambrós *et al.* 1981; Felfili *et al.* 1998). Não existem registros, na literatura, de florestas relacionadas a calcário nessa área, devido, provavelmente, às reduzidas dimensões dos afloramentos e à esparsa distribuição dos mesmos.

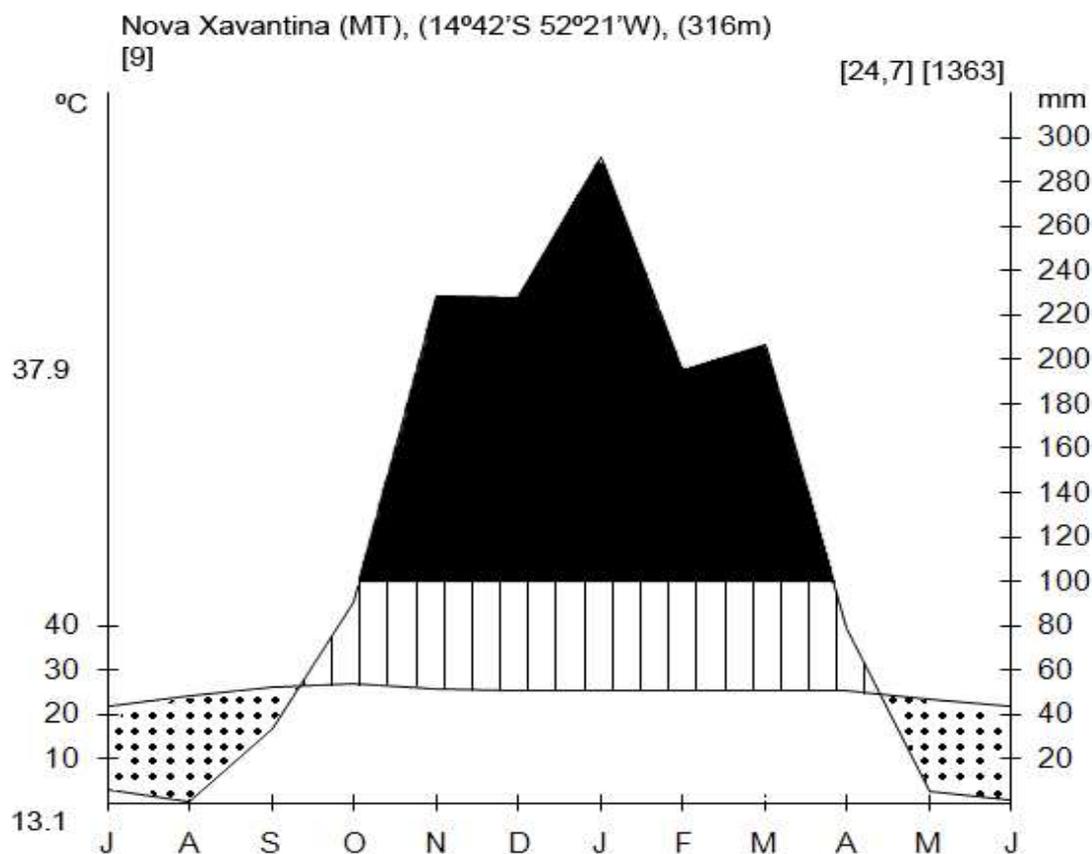


Figura 10. Diagrama climático elaborado segundo Walter (1986b), com os registros da estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET em Nova Xavantina (MT) nos anos de 1988, 1994 e 1998-2006. Estação situada a cerca de 125 km do sítio de amostragem no município de Cocalinho. Legenda: = período seco, = período úmido, = período de precipitações mensais acima de 100 mm.

A vegetação dessa área encontra-se altamente fragmentada, em função de desmatamentos realizados a partir da década de 1970 para implantação de lavouras e pastagens. A amostragem da Floresta Estacional Decídua foi realizada em fragmentos que estão em áreas da Mineradora Centauro e das fazendas Jatobazinho e Rosalindo, no município de Nova Xavantina; e da Fazenda Taquari, no município de Cocalinho. Os fragmentos de Nova Xavantina encontram-se circundados por pastagens ou lavouras e os de Cocalinho estão imersos em matrizes compostas por cerrados e florestas de galeria, mas vêm sendo aceleradamente reduzidos pela exploração das jazidas de calcário (figura 11). As coordenadas geográficas e a altitude média nesses fragmentos estão indicadas na Tabela 3, juntamente com as distâncias em linha reta entre os mesmos e o número de parcelas amostradas em cada um.

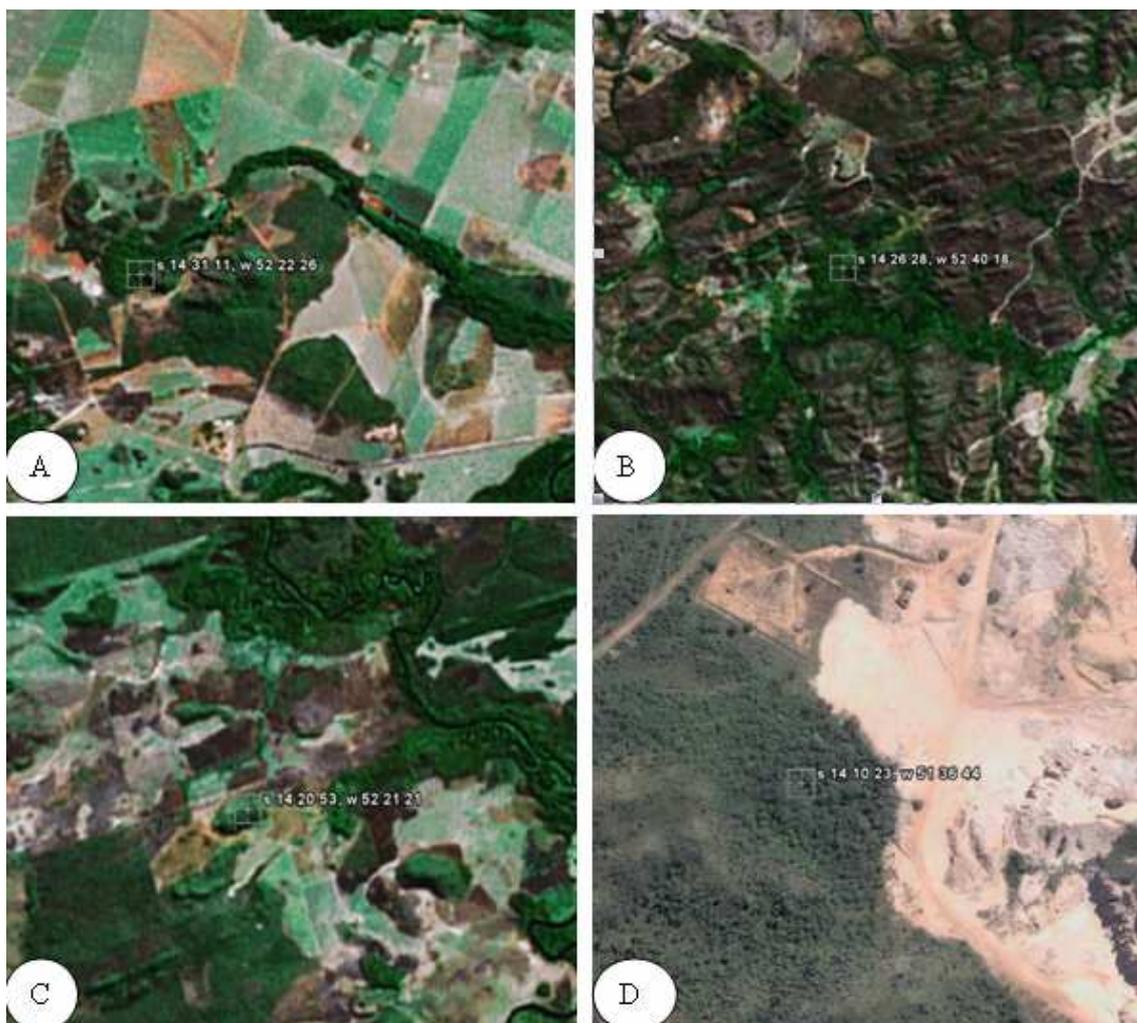


Figura 11. Localização e aspecto do entorno dos fragmentos de Floresta de Estacional Decídua amostrados na Mineradora Centauro (A) e nas fazendas Jabotazinho (B), Rosalindo (C) e Taquari (D), no leste de Mato Grosso. Recortes de imagens do Google Earth, maio/2008.

Tabela 3. Coordenadas geográficas, altitude média e distância em linha reta entre os fragmentos da disjunção de Floresta Estacional Decídua amostrada em afloramentos calcários no leste de Mato Grosso, e número de parcelas alocadas nos fragmentos.

Fragmentos	Coordenadas geográficas	Altitude média (m)	Distância entre os fragmentos (km)				Nº de parcelas
			1	2	3	4	
1. Min. Centauro	14°31'11'' / 52°22'26''	328	-	25	45	128	7
2. Faz. Jatobazinho	14°26'28'' / 52°40'18''	362	25	-	65	152	4
3. Faz. Rosalindo	14°20'53'' / 52°21'21''	355	45	65	-	98	2
4. Faz. Taquari	14°10'23'' / 51°36'44''	296	128	152	98	-	12

## 3.2. ESCOLHA DOS SÍTIOS DE AMOSTRAGEM

Essa escolha consistiu das seguintes etapas: 1) análise de mapas geológicos e de vegetação do Projeto RADAMBRASIL (escala 1:1.000.000), para localizar disjunções de florestas em afloramentos calcários<sup>7</sup>; 2) análise de imagens de satélite Landsat e CBERS 2 fornecidas pelo INPE em várias épocas do período 2005/2007, para avaliar os aspectos físicos das disjunções e a fenologia da vegetação; e 3) viagens às áreas das disjunções pré-selecionadas, para definir os sítios de amostragem e realizar os levantamentos de dados.

A definição dos sítios foi feita em função do estado da vegetação, que devia estar intacta ou com apenas raros e leves sinais de perturbação antrópica. A disjunção de Goiás foi selecionada pela equipe de um estudo anterior, que teve a coordenação da orientadora deste trabalho e apoio do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO/MMA (Felfili 2003).

## 3.3. LEVANTAMENTO DE DADOS

### 3.3.1. AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO

As amostragens foram feitas segundo a metodologia adotada nos estudos realizados na região nordeste de Goiás, no âmbito do Projeto Conservação e Manejo de Florestas Estacionais<sup>8</sup> (Scariot & Sevilha 2000, 2005; Silva & Scariot 2003, 2004a, b; Nascimento *et al.* 2004; Felfili *et al.* 2007a), e que está sendo recomendada pela Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal (Felfili *et al.* 2005). Os sítios escolhidos foram divididos em faixas transversais, paralelas, de 20 metros de largura e no mínimo 100 metros de comprimento, alocadas seqüencialmente a cada 100 metros de distância. Após essa divisão, foi realizado um sorteio para determinar as faixas a serem amostradas. Em seguida, as faixas sorteadas foram divididas em parcelas de 20 x 20 metros (400 m<sup>2</sup>) e depois, por meio de um novo sorteio, foram definidas as parcelas a serem amostradas em cada faixa. No total, foram sorteadas e amostradas 25 parcelas em cada sítio, compondo uma amostra de 10.000 m<sup>2</sup> em cada disjunção e de 40.000 m<sup>2</sup> no universo amostral. Nas disjunções do Distrito Federal e de Mato Grosso, os fragmentos

---

<sup>7</sup>Os mapas analisados abrangem toda a região do estudo e estão nos anexos dos volumes 25 (1981), 29 (1982), 31 (1983) e 38 (no prelo) dos resultados dos levantamentos do Projeto RADAMBRASIL.

<sup>8</sup>Projeto desenvolvido a partir de 1998 por pesquisadores da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e da Universidade de Brasília, com apoio do PROBIO/MMA.

florestais eram de pequenas dimensões ou inacessíveis e por esta razão a amostragem foi feita em mais de um sítio.

Nas parcelas, todos os indivíduos arbóreos com circunferência à altura do peito (CAP) igual ou superior a 15,7 cm [diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq$  5 cm] tiveram as suas circunferências e as suas alturas medidas com fita métrica e com vara telescópica, respectivamente. As árvores mortas, em pé, foram mensuradas quanto ao diâmetro e incluídas num grupo único, mas entraram somente nos cálculos de área basal. As árvores bifurcadas na base tiveram os seus troncos contabilizados como se fossem indivíduos distintos.

As amostragens foram realizadas nas seguintes datas: 1) Distrito Federal – junho e julho/2006, 2) Bahia – outubro/2006, 3) Goiás – abril/2003<sup>9</sup>, e 4) Mato Grosso – novembro/2004.

### 3.3.2. IDENTIFICAÇÃO E LISTAGEM DAS ESPÉCIES

Os indivíduos amostrados foram identificados no campo; por comparação de amostras de material botânico com espécimens dos acervos dos herbários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (sigla IBGE), da Universidade de Brasília (UB) e da Universidade Estadual de Mato Grosso, campus de Nova Xavantina (NX); e com auxílio de revisões taxonômicas. As amostras do material fértil foram encaminhadas à curadoria do IBGE, para herborização. A sinonímia, a grafia e a autoria dos nomes atribuídos às espécies amostradas foram conferidas através de consultas ao banco de dados do Missouri Botanical Garden (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>) e à obra de Brummitt & Powell (1992). O posicionamento das espécies nas famílias botânicas foi feito de acordo com o sistema de classificação do Angiosperm Phylogeny Group II (APG II 2003), tomando como base a adaptação feita por Souza & Lorenzi (2005) para a flora brasileira.

### 3.3.3. LEVANTAMENTO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

#### 3.3.3.1. Propriedades físico-químicas do solo

Foram coletadas quatro amostras de aproximadamente 1,0 kg de solo superficial (0-20 cm de profundidade) nos pontos médios entre os vértices e o centro de cada uma

---

<sup>9</sup>A amostragem nessa área foi realizada pela equipe do Projeto Conservação e Manejo de Florestas Estacionais do Laboratório de Manejo Florestal da UnB, segundo a mesma metodologia e sob supervisão da professora Jeanine Maria Felfili.

das 100 parcelas usadas para amostragem da vegetação. As amostras foram coletadas com enxadão, homogeneizadas e fracionadas, para darem origem a uma amostra composta representativa de cada parcela. As 100 amostras compostas foram analisadas no Laboratório Soloquímica – Análise de Solo Ltda., sediado em Brasília (DF), através da metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997) para análise física e química de solo. As propriedades analisadas estão listadas na Tabela 4, com a descrição dos métodos laboratoriais empregados.

Tabela 4. Variáveis analisadas/determinadas nas 100 amostras compostas de solo coletadas nas quatro disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado, e métodos laboratoriais empregados. Abreviaturas:  $\text{Ca}^{2+}$  = cálcio trocável,  $\text{Mg}^{2+}$  = magnésio trocável,  $\text{K}^+$  = potássio trocável, P = fósforo disponível,  $\text{Na}^+$  = sódio trocável,  $\text{Al}^{3+}$  = alumínio trocável e  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$  = acidez total.

Propriedades	Método de extração	Método de análise/determinação
% de areia	NaOH+Hexametáfosfato de sódio	Tamisação, secagem e pesagem
% de silte	NaOH+Hexametáfosfato de sódio	% de silte = (% de areia - % de argila)
% de argila	NaOH+Hexametáfosfato de sódio	Densímetro
pH	Água	Suspensão solo-água 1:2,5
$\text{Ca}^{2+}$	Solução de KCl 1N	Absorção Atômica
$\text{Mg}^{2+}$	Solução de KCl 1N	Absorção atômica
$\text{K}^+$	HCl 0,05 N + $\text{H}_2\text{SO}_4$ 0,025 N	Fotometria de chama
P	HCl 0,05 N + $\text{H}_2\text{SO}_4$ 0,025 N	Espectrocolorimétrico
$\text{Na}^+$	HCl 0,05 N + $\text{H}_2\text{SO}_4$ 0,025 N	Fotometria de chama
$\text{Al}^{3+}$	Solução de KCl 1N	Volumétrico NaOH 0,01 N
$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	CaOAc 1 N	Volumétrico NaOH 0,0606 N
Matéria orgânica	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1N + $\text{H}_2\text{SO}_4$ concentrado	Volumétrico $[\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ após oxidação com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

A partir dos resultados das análises químicas, foram calculadas para cada parcela a Soma de Bases ( $\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$ ), a Capacidade de Troca Catiônica ( $\text{CTC} = \text{SB} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$ ) e a Saturação por Bases ( $\text{V}\% = \text{SB} \times 100 / \text{CTC}$ ).

### 3.3.3.2. Rochosidade das parcelas

Consistiu de avaliações visuais para estimar as percentagens das superfícies das parcelas que se encontravam recobertas por rocha calcária. Os intervalos de percentagem de rochosidade adotados foram de 1-25%, 26-50%, 51-75% e 76-100% da superfície, aos quais, na matriz de dados ambientais elaborada para a análise estatística, foram atribuídos os valores 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

#### 3.3.3.3. Inclinação das parcelas

Foi medida com clinômetro e bússola, utilizando-se como referência o ponto médio inferior e superior das parcelas sobre a linha usada para demarcar as faixas sorteadas para amostragem. As medidas foram expressa em graus (°).

#### 3.3.3.4. Dados climáticos

Foram fornecidos pelo INMET e extraídos dos registros das estações meteorológicas de Brasília (DF), Correntina (BA), Taguatinga do Tocantins (TO) e Nova Xavantina (MT). A escolha dessas estações deu-se em função de suas distâncias em relação aos sítios amostrados e à extensão de suas séries históricas de dados. Com os dados dos registros foram calculados os totais de meses biologicamente secos nas áreas de estudo e foram elaborados diagramas para melhor caracterizar e sintetizar o clima nessas áreas. Os totais de meses secos foram calculados segundo o critério de Bagnouls & Gaussen (1957), que consideram biologicamente secos os meses em que o volume de chuvas é igual ou inferior ao dobro da temperatura média ( $P \leq 2T$ ). Os diagramas climáticos foram elaborados pelo método descrito por Walter (1986b).

#### 3.3.3.5. Coordenadas geográficas e altitude.

Foram obtidas por meio de um receptor de GPS marca Garmin, modelo E-Trex Legend, tendo como referência o *Datum* Córrego Alegre.

### 3.4. ANÁLISE DOS DADOS

#### 3.4.1. ANÁLISE DOS DADOS FLORÍSTICOS

Constou de uma análise da listagem dos táxons registrados nas amostras, através da qual se procurou descrever a composição da comunidade arbórea das disjunções florestais amostradas. Os resultados foram discutidos através de comparações com os

resultados de levantamentos similares, realizados no Brasil e em outras partes da zona tropical.

#### 3.4.2. ANÁLISE DA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES

Foi realizada por meio de estimativas da densidade, frequência, área basal (absolutas e relativas) e do índice do valor de importância das espécies amostradas, tomando como base os dados da amostragem da vegetação e as fórmulas descritas em Mueller-Dombois & Ellenberg (2002). Os recursos utilizados foram os da planilha Microsoft Office Excel 2003.

#### 3.4.3. ANÁLISE DOS DADOS AMBIENTAIS

Os resultados das análises de solo e os dados obtidos para inclinação do terreno e altitude foram comparados por meio de análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade (Zar 1999), para verificar as possíveis diferenças entre as amostras. Antes da análise foi verificada a normalidade dos dados e realizada a transformação logarítmica dos mesmos. O teste de Tuckey, também a 5% de probabilidade (Zar 1999), foi aplicado para identificar as amostras que apresentaram valores diferentes das demais com relação às variáveis estudadas. Os intervalos de confiança para os valores médios das variáveis foram estimados. O recurso utilizado para realizar essas estimativas foi o programa Genes versão 2007.0.0 (Cruz 2007). Os dados relativos à rochividade foram dispostos em uma tabela, para melhor percepção das diferenças entre as disjunções quanto a essa variável. Essa tabela conteve também os resultados obtidos para altitude, temperatura, precipitação e número de meses secos nas disjunções.

#### 3.4.4. ANÁLISE MULTIVARIADA DOS DADOS

A técnica utilizada foi a Análise de Correspondência Canônica – ACC, desenvolvida por ter Braak (1986) para realizar análises diretas de gradientes. Essa técnica de análise multivariada realiza a ordenação das espécies e das parcelas em relação às variáveis ambientais mediante regressões múltiplas; gera diagramas que indicam as correlações entre a distribuição das abundâncias das espécies e essas variáveis; e testa a significância das correlações por meio do teste de Monte Carlo (ter Braak 1986, 1987).

A análise foi realizada por meio da versão 4.5 do pacote de programas Canoco for Windows (Lepš & Šmilauer 2005) e teve como base uma matriz com as espécies e as suas densidades nas parcelas e outra com os dados das variáveis ambientais por

parcela. Como as espécies que ocorrem em menor abundância influenciam pouco nos resultados e uma das metas do processo é gerar diagramas de fácil interpretação (ter Braak 1987; Palmer 1993), foram incluídas na primeira matriz somente as espécies que estiveram representadas por 20 ou mais indivíduos no universo amostral, as quais totalizaram 38 espécies (tabela 6). As variáveis incluídas na segunda matriz foram: pH; percentagem de areia, silte e argila; teores de Ca, Mg, K, P, Na, H + Al e matéria orgânica; soma de bases; capacidade de troca catiônica; saturação por bases; grau de rochoso; inclinação do terreno; altitude; médias anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar; e número de meses secos, totalizando 21 variáveis. Seguindo procedimentos preconizados por ter Braak (1986, 1987) e Palmer (1993), fez-se antes da análise a padronização dos valores destas variáveis para média zero e variância igual à unidade, a fim de remover disparidades nas unidades de medida e tornar os coeficientes canônicos comparáveis; e realizou-se durante a mesma a transformação dos dados pela expressão  $\log_{10}(a + 1)$ , para reduzir a discrepância de alguns valores. Após algumas análises preliminares, as variáveis que apresentaram alta multicolinearidade (fator de inflação  $> 20$ ), fraca correlação com os eixos de ordenação (coeficientes de correlação  $< 0,3$  nos eixos 1 e 2) e coeficientes canônicos não significativos foram eliminadas da matriz, conforme recomendado por ter Braak (1987) e Palmer (1993), ficando para a análise final as variáveis pH; percentagem de silte e argila; teores de Ca, Mg, K, P, Na, H + Al e matéria orgânica; altitude; e precipitação. No final, o teste de permutação de Monte Carlo foi realizado, para avaliar a significância das correlações entre as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais (ter Braak 1987; Palmer 1993).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. VARIÁVEIS AMBIENTAIS

#### 4.1.1. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS SOLOS, INCLINAÇÃO DO TERRENO E ALTITUDE NAS AMOSTRAS

Os valores médios das propriedades físico-químicas dos solos, da inclinação do terreno e da altitude nas quatro disjunções florestais estão indicados na figura 12, juntamente com os intervalos de confiança estimados para as médias das amostras e com os resultados das comparações estatísticas. Os teores de alumínio trocável ( $Al^{3+}$ )

revelados pelas análises de solo foram nulos ou extremamente baixos e por isto não foram incluídos na análise estatística.

Os teores de areia, silte e argila variaram significativamente entre as parcelas e entre algumas amostras, com areia apresentando as maiores variações. Os maiores teores de areia foram encontrados na amostra de Mato de Grosso e o menor na amostra do Distrito Federal. Para silte os maiores teores foram encontrados nas amostras da Bahia e de Goiás, que não diferiram estatisticamente, e o menor na amostra de Mato Grosso. Para argila os maiores teores foram encontrados nas amostras do Distrito Federal e de Goiás, que também não foram estatisticamente distintos, e o menor na amostra de Mato Grosso (figura 12A). As amostras da Bahia e Mato Grosso apresentaram, em média, mais de 65% de frações de tamanho areia, e as do Distrito Federal e de Goiás tiveram as três frações em quantidades relativamente equilibradas, podendo ser classificadas como de textura arenosa e de textura média, respectivamente, segundo EMBRAPA (2006).

Os teores médios de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^{2+}$ ) e fósforo (P) estiveram na faixa de valores considerados elevados (EMBRAPA 2006), resultando em altos valores para soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). O mais baixo teor médio de cálcio ( $52 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ ) foi registrado na amostra de Mato Grosso, que por outro lado apresentou o mais alto teor médio de fósforo ( $168,7 \text{ mg.dm}^{-3}$ ); os teores deste elemento apresentaram grande variação na amostra do Distrito Federal. Os teores médios de potássio também se situaram na faixa considerada elevada (EMBRAPA 2006), sendo que o teor médio da amostra da Bahia foi idêntico ao da amostra de Mato Grosso e o teor da amostra do Distrito Federal foi similar ao da amostra de Goiás (figura 12B).

Os valores médios de pH situaram-se entre 6,7-7,8, indicando solos entre praticamente neutros e moderadamente alcalinos (EMBRAPA 2006); os valores mais altos foi obtidos na amostra da Bahia e os mais baixos na amostra do Distrito Federal. A acidez total variou de 1,1 a 4,4, podendo ser considerada entre baixa e mediana (EMBRAPA 2006), e foram mais elevados nas parcelas do Distrito Federal e de Goiás. Os teores médios de sódio situaram-se na faixa considerada mediana (EMBRAPA 2006) e foram significativamente mais elevados na amostra da Bahia, com valores variando de 15 a  $22 \text{ cmol.dm}^{-3}$  (figura 12C).

A SB e a CTC na amostra de Mato Grosso foram mais baixas do que nas três outras amostras, devido, principalmente, aos seus menores teores de cálcio, magnésio de potássio. As percentagens médias de V% oscilaram entre alta na amostra de Mato Grosso

(67,8%) a muito alta na amostra da Bahia (92,2%), caracterizando os solos amostrados como eutróficos, conforme EMBRAPA (2006). Os teores médios de matéria orgânica variaram de altos nas amostras de Goiás (43,5%) e de Mato Grosso (49,0%) a muito altos nas amostras da Bahia (70%) e do Distrito Federal (84,9%) (figura 12D).

A variável inclinação do terreno apresentou valores médios entre 14 e 19°, mas estatisticamente essa diferença não se revelou significativa. A altitude média na amostra do Distrito Federal, de 821 metros a.n.m., foi muito maior do que as altitudes nas amostras de Goiás (570 metros), Bahia (496 metros) e Mato Grosso (335 metros), que também diferiram estatisticamente entre si (figura 12E). Pelos critérios propostos por Veloso *et al.* (1991) para classificação das formações florestais brasileiras em função da altitude e latitude, a disjunção de Floresta Estacional Decídua no Distrito Federal seria da subformação montana e as demais seriam da subformação submontana.

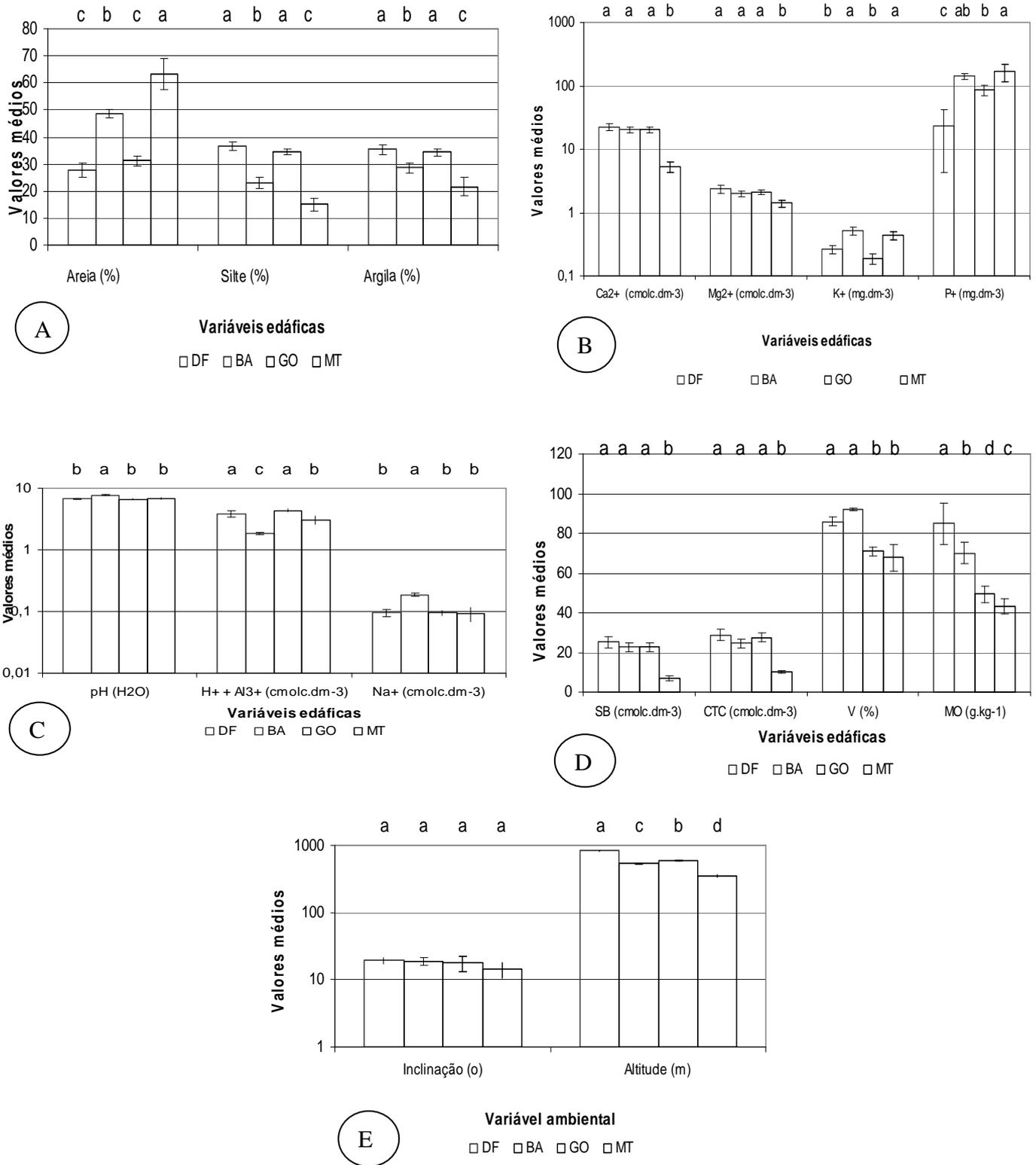


Figura 12. Valores médios (barras) e intervalos de confiança (eixos no topo das barras) estimados para textura do solo (A); teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo (B); pH, acidez potencial, e teor de sódio (C); soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e teor de matéria orgânica (D); e inclinação do terreno e altitude (E) nas parcelas das disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado. Obs.: 1) As médias acompanhadas de letras diferentes no topo dos gráficos indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). 2) Os eixos X dos gráficos B, C e E estão em escala logarítmica.

#### 4.1.2. ROCHOSIDADE NAS PARCELAS, MÉDIAS ANUAIS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO E NÚMERO DE MESES SECOS

Os resultados relativos ao levantamento dessas variáveis estão expostos na tabela 5. As amostras mais rochosas foram a da Bahia e a de Mato Grosso, com 21 parcelas (84% do total) apresentando mais de 50% da superfície ocupada por rocha, seguidas pela do Distrito Federal (14 parcelas) e pela de Goiás (9 parcelas). As amostras que apresentaram maior número de parcelas com rochosidade inferior a 25% foram a do Distrito Federal e a de Goiás, com sete parcelas cada; a amostra da Bahia não apresentou nenhuma parcela nessa faixa de rochosidade e a amostra de Mato Grosso apresentou apenas uma parcela. No cômputo geral, a superfície da amostra da Bahia foi a que apresentou maior taxa de ocupação por rocha calcária.

As médias anuais de temperatura variaram de 21,1° C no Distrito Federal a 25,5° C em Goiás. As médias anuais de precipitação oscilaram entre 919 mm na Bahia e 1606 mm em Goiás. Os totais de meses secos obtidos segundo o critério proposto por Bagnouls & Gaussen (1957) foram de seis meses para a disjunção da Bahia e de cinco meses para as demais disjunções.

Tabela 5. Número de parcelas nas faixas de rochosidade de 0-25, 26-50, 51-75 e 76-100 por cento, médias anuais de temperatura e precipitação pluviométrica e número de meses biologicamente secos nas disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado.

Disjunção	Faixa de rochosidade (%) e nº de parcelas				Temperatura (°C)	Precipitação (mm)	Meses secos (nº)
	0-25	26-50	51-75	76-100			
DF	7	4	6	8	21,1	1475	5
BA	0	4	7	14	24,4	919	6
GO	7	9	5	4	25,5	1606*	5
MT	1	3	12	9	24,7	1363	5

\* Dado da estação climatológica do INMET em Taguatinga do Tocantins, situada em altitude idêntica e a uma distância de 78 km ao norte do sítio de amostragem. Felfili (2003) cita registros de apenas 400 mm anuais em pluviômetros de fazendas no vale do Paranã, sugerindo grandes variações espaciais e temporais na pluviosidade na região.

#### 4.2. COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES

Foram registrados 3620 indivíduos vivos de 179 espécies, 129 gêneros e 46 famílias de angiospermas na comunidade arbórea das disjunções florestais estudadas. A

listagem completa desses táxons está no Anexo 1, juntamente com as densidades das espécies e as abreviaturas atribuídas aos seus nomes científicos na matriz elaborada para a análise multivariada dos dados.

As disjunções do Distrito Federal e de Mato Grosso foram as mais ricas, com 33 e 34 famílias, 76 e 65 gêneros e 92 e 75 espécies, respectivamente. A disjunção da Bahia apresentou a menor riqueza de espécies (44), mas a sua densidade de árvores (881 indiv.ha<sup>-1</sup>) foi maior do que a de Mato Grosso (816 indiv.ha<sup>-1</sup>). A maior densidade foi registrada na disjunção do Distrito Federal (1189 indiv.ha<sup>-1</sup>), enquanto a menor foi na disjunção de Goiás (734 indiv.ha<sup>-1</sup>). Mesmo assim, a área basal da disjunção do Distrito Federal (29,50 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) foi menor que a da Bahia (44,41 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) e a de Goiás (34,65 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) (tabela 6).

Tabela 6. Totais de espécies, gêneros, famílias e densidade e área basal registrados nas disjunções de Florestal Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado.

Amostras	Famílias	Gêneros	Espécies	Densidade (indiv.ha <sup>-1</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )
DF	33	75	92	1189	29,50
BA	21	41	44	881	44,41
GO	21	43	54	734	34,65
MT	34	65	75	816	28,13

As 38 espécies mais abundantes ( $N \geq 20$  indivíduos), que compuseram a matriz de espécies utilizada na ACC, estão listadas na Tabela 7, com as suas densidades nas amostras e as abreviaturas dos seus nomes científicos. Estas representam apenas 21,2% das espécies amostradas, mas concentram 2699 (74,5%) dos 3620 indivíduos inventariados.

As cinco espécies mais abundantes foram: *Tabebuia chrysotricha*, com 275 indivíduos na amostra da Bahia e 5 na de Mato Grosso; *Casearia rupestris*, com 218 indivíduos distribuídos nas amostras do Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso; *Myracrodruon urundeuva*, com 178 indivíduos restritos às amostras do Distrito Federal, Bahia e Goiás; *Combretum duarteanum*, com 167 indivíduos concentrados apenas na amostra de Goiás; e *Tabebuia roseoalba*, com 148 indivíduos localizados nas amostras do Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso. Os 991 indivíduos dessas cinco espécies correspondem a 36,7% do montante de indivíduos das 38 espécies mais abundantes nas amostras e a 27,4% do total de indivíduos inventariados.

Tabela 7. Espécies arbóreas mais abundantes ( $N \geq 20$  indivíduos) nas disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado, com as abreviaturas dos seus nomes científicos e as suas densidades nas amostras. Autores dos binômios citados no Anexo I.

Espécies	Abreviaturas	Densidade / amostra				Total
		DF	BA	GO	MT	
<i>Acacia polyphylla</i>	Acac poly	19	48	0	0	67
<i>Acacia tenuifolia</i>	Acac tenu	0	0	4	62	66
<i>Alophyllus sericeus</i>	Allo seri	52	0	0	0	52
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Anad colu	56	18	4	35	113
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Aspi pyri	29	15	18	0	62
<i>Aspidosperma subincanum</i>	Aspi subi	29	0	14	77	120
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Astr frax	6	2	23	34	65
<i>Banisteriopsis sp</i>	Bani inde	0	103	0	0	103
<i>Bahuinia rufa</i>	Bauh rufa	4	0	0	37	41
<i>Campomanesia velutina</i>	Camp velu	42	0	1	0	43
<i>Casearia rupestris</i>	Case rupe	88	0	96	34	218
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedr fiss	20	0	0	1	21
<i>Celtis iguanaea</i>	Celt igua	80	0	2	3	85
<i>Centrolobium tomentosum</i>	Cent tome	21	0	0	0	21
<i>Combretum duarteanum</i>	Comb duar	0	0	167	0	167
<i>Coutarea hexandra</i>	Cout hexa	26	0	0	0	26
<i>Cyrtocarpa caatingae</i>	Cyrt caat	0	22	0	0	22
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	Dilo bipi	33	0	37	19	89
<i>Diospyros hispida</i>	Dios hisp	22	0	0	1	23
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guaz ulmi	30	0	23	10	63
<i>Guettarda viburnoides</i>	Guett vibu	19	0	9	19	47
<i>Machaerium brasiliens</i>	Mach bras	43	0	2	0	45
<i>Machaerium hirtum</i>	Mach acut	0	0	20	0	20
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Myra urun	101	26	51	0	178
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Myro fron	26	0	0	0	26
<i>Piranhea securinega</i>	Pira secu	0	65	0	0	65
<i>Platypodium elegans</i>	Plat eleg	0	0	1	19	20
<i>Protium heptaphyllum</i>	Prot hept	6	0	0	18	24
<i>Pseudobomba tomentosum</i>	Pseu tome	1	0	26	15	42
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	Rham elae	29	0	23	14	66
<i>Sterculia striata</i>	Ster stri	8	13	11	0	32
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Tabe chry	0	275	0	5	280
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Tabe impe	14	62	19	10	105
<i>Tabebuia roseoalba</i>	Tabe rose	10	0	44	94	148
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	Term phae	26	0	0	14	40
<i>Trichilia hirta</i>	Tric hirt	1	0	0	22	23
<i>Triplaris gardneriana</i>	Trip gard	0	40	3	0	43
<i>Urera caracasana</i>	Urer cara	25	0	0	3	28
Total	-	866	689	598	546	2699
Outras	-	323	192	136	270	921
Total geral	-	1189	881	734	816	3620

### 4.3. RELAÇÕES VEGETAÇÃO-VARIÁVEIS AMBIENTAIS

A ordenação dos dados das espécies e das variáveis ambientais pela ACC revelou autovalores da ordem de 0,72 para o primeiro eixo de ordenação e de 0,40 para o segundo, o que significa que foram altos e sugere a existência de um gradiente ambiental longo, com muitas substituições de espécies entre as amostras. Esses eixos responderam por apenas 14,9% e 23,3% da variância cumulativa das espécies, sugerindo grande quantidade de ruído não explicada pelas variáveis incluídas na análise. Segundo ter Braak (1986, 1987) e Palmer (2003), baixas percentagens de variância para dados de espécies em vegetação nativa são normais e não prejudicam as percentagens cumulativas da variância das relações espécies-ambiente. No presente estudo essas percentagens foram de 38,3% no primeiro eixo e de 60% no segundo, podendo ser consideradas altas (tabela 8).

O teste de permutação de Monte Carlo revelou correlações significativas entre a abundância das espécies e as variáveis ambientais ( $F = 15,26$ ,  $P = 0,0020$  para o primeiro eixo canônico e  $F = 4,62$ ,  $P = 0,0020$  para todos os eixos), corroborando a taxa de variação explicada por essas variáveis.

Tabela 8. Autovalores, % cumulativa da variância das espécies e % da variância explicada pelas variáveis ambientais nos eixos 1 e 2 da ordenação pela Análise de Correspondência Canônica (ACC) das 38 espécies mais abundantes ( $N \geq 20$  indivíduos) nas disjunções de Florestal Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado.

Estimadores	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores	0,72	0,40
% cumulativa da variância das espécies	14,9	23,3
% da variância explicada pelas variáveis ambientais	38,3	60,0

Os coeficientes de correlação das variáveis ambientais com os dois primeiros eixos da ACC (tabela 9) indicam que as variáveis mais fortemente correlacionadas com o primeiro eixo de ordenação foram precipitação (-0,956), pH (0,66) e teores de Na (0,65), H + Al (-0,60), K (0,40) e P (0,30); e que as mais correlacionadas com o segundo eixo foram altitude e teores de matéria orgânica (0,71), Ca (0,59), silte (0,55), Mg (0,46) e argila (0,37). As correlações ponderadas mostraram também inter-relações fortes entre as 12 variáveis, destacando-se as correlações entre altitude e silte (0,85), altitude e argila (0,67), altitude e cálcio (0,65), precipitação e H + Al (0,63), sódio e pH (0,61) e cálcio (0,60); e as correlações negativas entre H + Al e pH (-0,84), fósforo e

silte (-0,78), fósforo e argila (-0,68), precipitação e sódio (-0,66), precipitação e pH (-0,65) e H + Al e fósforo (-0,61).

Tabela 9. Coeficientes de correlação nos dois primeiros eixos de ordenação e correlações ponderadas gerados pela Análise de Correspondência Canônica (ACC), utilizando as variáveis ambientais silte, argila, pH, Ca, Mg, K, P, Na H + Al, matéria orgânica (MO), altitude e precipitação. Valores em negrito = coeficientes com valores absolutos > 0,3.

Variáveis ambientais	Coeficientes de correlação		Correlações ponderadas												
	Eixo 1	Eixo 2	Silte	Argila	pH	Ca	Mg	K	P	Na	H+Al	MO	Altitude	Precipitação	
Silte	-0.19	<b>0.54</b>	-												
Argila	-0.10	<b>0.37</b>	<b>0.81</b>	-											
pH	<b>0.66</b>	0.14	<b>0.37</b>	<b>0.33</b>	-										
Ca	0.21	<b>0.59</b>	<b>0.60</b>	<b>0.51</b>	0.18	-									
Mg	0.02	<b>0.46</b>	<b>0.32</b>	0.15	0.21	<b>0.52</b>	-								
K	<b>0.40</b>	-0.22	<b>-0.47</b>	<b>-0.30</b>	<b>0.31</b>	<b>-0.32</b>	-0.17	-							
P	<b>0.30</b>	-0.228	<b>-0.78</b>	<b>-0.68</b>	<b>0.52</b>	<b>-0.31</b>	-0.15	<b>0.41</b>	-						
Na	<b>0.65</b>	0.12	-0.16	-0.10	<b>0.61</b>	0.17	0.06	0.29	0.26	-					
H + Al	<b>-0.60</b>	-0.088	<b>0.52</b>	<b>0.46</b>	<b>-0.84</b>	0.06	-0.05	<b>-0.41</b>	<b>-0.61</b>	<b>-0.58</b>	-				
MO	0.23	<b>0.71</b>	0.10	0.03	<b>0.33</b>	0.27	<b>0.32</b>	0.21	0.11	0.26	<b>-0.41</b>	-			
Altitude	-0.13	<b>0.83</b>	<b>0.85</b>	<b>0.67</b>	-0.17	<b>0.65</b>	<b>0.46</b>	<b>-0.42</b>	<b>-0.57</b>	-0.08	0.29	<b>0.45</b>	-		
Precipitação	<b>-0.96</b>	0.01	0.26	0.16	<b>-0.65</b>	-0.13	0.03	<b>-0.51</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.66</b>	<b>0.63</b>	-0.28	0.17	-	

A ordenação das parcelas pela ACC levou à distinção de três conjuntos florístico-estruturais no universo amostral considerado (figura 11). O primeiro eixo de ordenação reuniu no seu lado negativo as parcelas das amostras do Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso, que estariam relacionadas a precipitações mais elevadas, maior acidez potencial, pH mais baixo e teores mais reduzidos de sódio, potássio e fósforo. As tendências inversas se apresentaram no lado positivo desse eixo, com a reunião das 25 parcelas da amostra da Bahia num único grupo. O segundo eixo de ordenação agrupou no seu lado positivo as parcelas amostradas no Distrito Federal, que apresentaram maior relação com altitude elevada e com teores mais altos de matéria orgânica, cálcio, magnésio, silte e argila. No lado negativo desse eixo, indicando tendências opostas, ficaram ordenadas em um só grupo as parcelas amostradas em Goiás e Mato Grosso.

Nessa figura, os círculos representam parcelas e as setas variáveis ambientais, com os seus comprimentos e localizações indicando os níveis de correlação com os

eixos de ordenação, e as suas direções apontando os gradientes ambientais, ao longo dos quais as parcelas estão ordenadas.

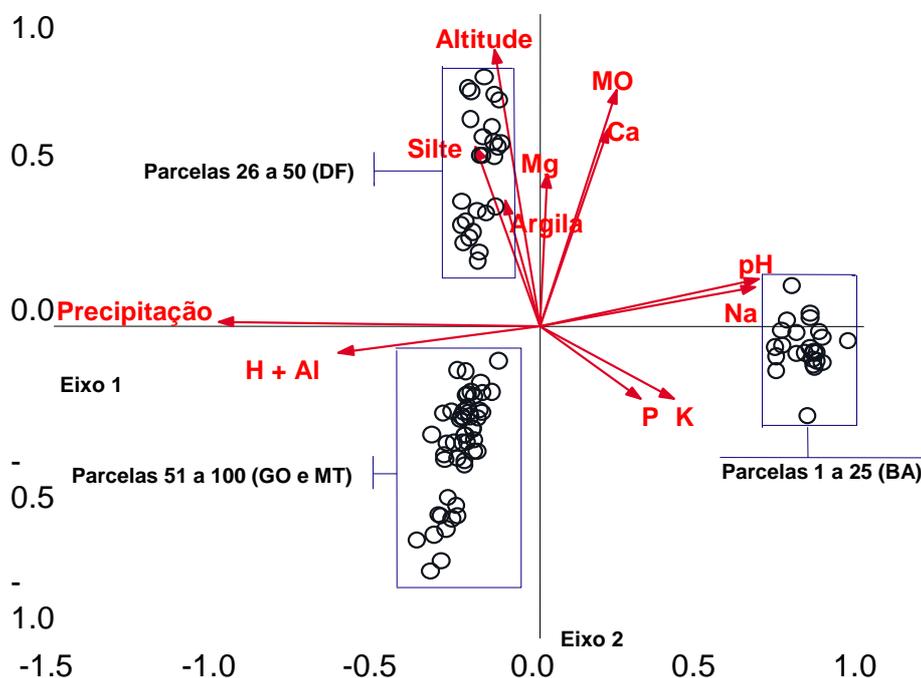


Figura 13. Diagrama de ordenação pela Análise de Correlação Canônica (ACC), indicando a posição das 100 parcelas de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado e das 12 variáveis ambientais utilizadas na análise, nos dois primeiros eixos de ordenação. H + Al = acidez potencial, Mg = magnésio, MO = matéria orgânica, Ca = cálcio, pH = potencial de hidrogênio, Na = sódio, K = potássio, P = fósforo.

A ordenação das espécies por essa mesma técnica de análise multivariada (figura 12) revelou certa complexidade no gradiente, mas confirmou quase inteiramente a distinção dos três conjuntos florístico-estruturais. O segundo eixo separou as espécies da amostra da Bahia das espécies das demais amostras, formando um conjunto preponderantemente ligado a baixos e outro a elevados índices pluviométricos. Revelando um gradiente mais complexo, o primeiro eixo separou a maior parte das espécies da amostra do Distrito Federal das espécies de Goiás e Mato Grosso, subdividindo o conjunto ligado a elevadas pluviosidades em um conjunto preponderantemente relacionado a alta e outro a baixas altitudes.

A figura acima citada indica que: 1) *Banisteriopsis sp*, *Piranhea securinega*, *Cyrtocarpa caatingae*, *Tabebuia chrysotricha*, *Triplaris gardneriana* e *Acacia polyphylla* somente estiveram presentes ou foram mais abundantes na amostra da Bahia, que está sob menor precipitação pluviométrica e em solo de pH mais elevado e com teores mais altos de sódio, potássio e fósforo; 2) *Centrolobium tomentosum*, *Coutarea*

*hexandra*, *Myrocarpus frondosus*, *Alophyllus sericeus*, *Urera caracasana*, *Machaerium brasiliense*, *Celtis iguanaea*, *Cedrela fissilis*, *Diospyros hispida* e *Campomanesia velutina* foram exclusivas, ou mais abundantes, nas parcelas de maior altitude e de mais elevados teores de matéria orgânica, cálcio, magnésio, silte e argila, pertencentes à amostra do Distrito Federal; 3) *Combretum duarteanum*, *Machaerium hirtum*, *Platypodium elegans*, *Acacia tenuifolia*, *Bauhinia rufa*, *Tabebuia roseoalba*, *Pseudobombax tomentosum* e *Protium heptaphyllum* apresentaram tendências inversas às das espécies do Distrito Federal, apresentando maior relação com valores mais altos de acidez potencial e se agrupando na área de concentração das parcelas das amostras de Goiás e Mato Grosso; e 4) algumas espécies (p.ex., *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma subincanum*, *Casearia rupestris*, *Guazuma ulmifolia*, *Myracrodruon urundeuva* e *Rhamnidium elaeocarpum*) tiveram as suas abundâncias distribuídas entre todas ou entre a maior parte das amostras, não apresentando correlação acentuada com variáveis ambientais específicas.

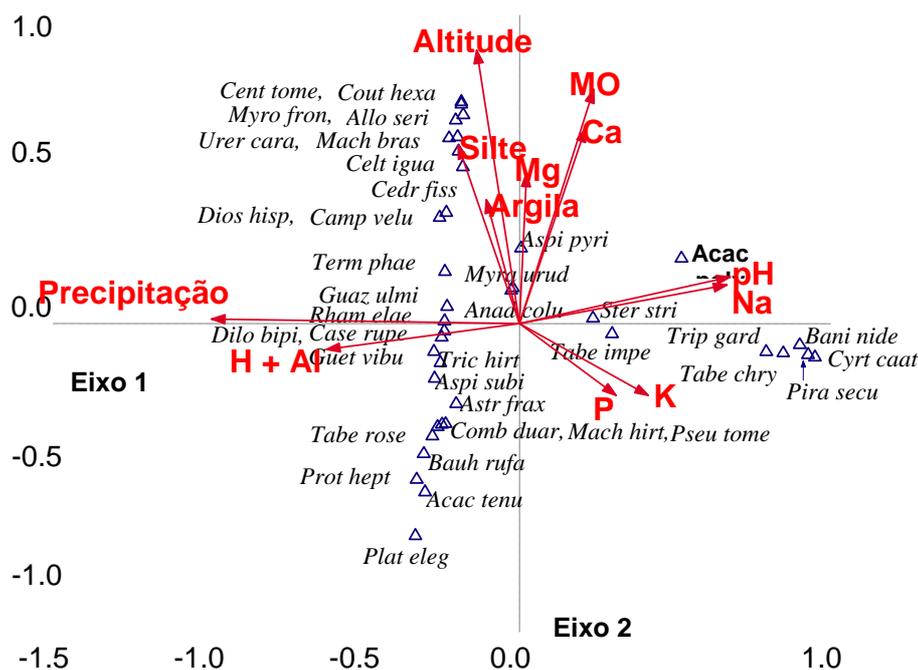


Figura 14. Diagrama de ordenação pela Análise de Correlação Canônica (ACC), indicando as correlações das 38 espécies arbóreas mais abundantes ( $N \geq 20$ ) nas disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no bioma Cerrado com as variáveis ambientais. H + Al = acidez potencial, Mg = magnésio, MO = matéria orgânica, Ca = cálcio, pH = potencial de hidrogênio, Na = sódio, K = potássio, P = fósforo). Nomes por extenso e abundâncias das espécies indicados na Tabela 7.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As florestas associadas a afloramentos calcários no bioma Cerrado têm sido relacionadas a solos bem drenados, com pH em torno da neutralidade e com altos teores de bases trocáveis, principalmente cálcio e magnésio (Eiten 1972, 1994; Ratter *et al.* 1978b; Dambrós *et al.* 1981; Silva *et al.* 1982; Oliveira-Filho & Ratter 2002; Silva *et al.* no prelo). Essa relação tem sido feita com base em avaliações das propriedades químicas dos solos das áreas planas ao redor dos afloramentos, que podem incluir Argissolos, Nitossolos, Chernossolos, Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos, Cambissolos Eutróficos (CODEVASF 1977; EMBRAPA 1978, 1980; Krejci *et al.* 1982; Rios & Oliveira 1981; IBGE 1995; Reatto *et al.* 2006). Neossolos Litólicos também têm sido citados para as áreas de afloramentos calcários dessa região, mas os estudos não trazem resultados de análises de suas propriedades físico-químicas.

Os resultados das análises das amostras de solo coletadas sobre os afloramentos calcários das disjunções florestais aqui investigadas indicaram que no conjunto das amostras o pH e os níveis de potássio, magnésio e de acidez potencial foram similares aos dos solos de áreas planas estudados por Alvim & Araújo (1952), CODEVASF (1977), Krejci *et al.* (1982) no vale do São Francisco e por Rios & Oliveira (1981), Krejci *et al.* (1982) e IBGE (1995) no vale do Tocantins, sugerindo similaridade química entre os substratos da superfície e do entorno dos afloramentos. Por outro lado, os níveis de cálcio e de matéria orgânica foram mais altos, talvez pelo fato das amostras terem sido retiradas de superfícies que estão sob influência direta das rochas calcárias e que geralmente concentram grande quantidade de serapilheira.

Os níveis mais altos de sódio na amostra da Bahia foram similares aos encontrados por Krejci *et al.* (1982) em superfícies planas na mesma área e possivelmente são decorrentes do baixo índice pluviométrico na região e de uma alta evaporação, que provocariam a ascensão por capilaridade dos sais contidos na água subsuperficial, conforme processo descrito por Brady (1990). Testes de condutividade elétrica são necessários para determinar se solos ricos em sódio podem ser classificados como salinos (Brady 1990; EMBRAPA 2006).

O pH e os teores médios de macronutrientes e de matéria orgânica nos solos das amostras da vegetação estudada revelaram-se idênticos ou foram superiores aos registrados por Ratter *et al.* (1978b), Oliveira-Filho *et al.* (1998) e Souza *et al.* (2007)

em florestas estacionais ligadas a outros substratos no bioma Cerrado. No tocante ao pH e à riqueza mineral, esses resultados ratificam afirmações anteriores, segundo as quais as florestas estacionais no Cerrado geralmente estão associadas a solos quase neutros e eutróficos. Os valores de saturação por bases nos solos analisados situaram-se na faixa de 68-92%, figurando dentro ou acima da faixa dos valores obtidos por Oliveira-Filho *et al.* (1998) e Souza *et al.* (2007) em solos derivados de basalto e de micaxisto no Triângulo Mineiro, e por Rios & Oliveira (1981) e Krejci *et al.* (1982) em solos sob influência de calcário em outras partes desse bioma.

As variações detectadas nas propriedades dos solos das amostras de Floresta Estacional Decídua, principalmente para teores de macronutrientes e sódio, podem estar relacionadas a diferenças na composição do calcário, a intrusões de outras rochas nos afloramentos e a presença de material coluvial proveniente da decomposição de rochas ácidas situadas em patamares acima dos afloramentos. Variações semelhantes, decorrentes de tipos idênticos de influências foram assinaladas por Furley & Newey (1979) em afloramentos calcários em Belize, América Central, e por Crowther (1982) na Malásia.

O macronutriente que apresentou maior variação nas áreas amostradas foi fósforo, o que pode ser atribuído a diferenças nas quantidades de matéria orgânica em decomposição nos pontos de amostragem de solo ou à existência de inclusões de rochas fosfatadas nos afloramentos calcários. Felfili (2003) assinalou que, anualmente, ocorre deposição de grandes volumes de folheto no piso das florestas estacionais do Cerrado e Lugo & Murphy (1986) constataram que a maior parte do estoque desse elemento nas florestas estacionais tropicais concentra-se no material orgânico por elas produzido e reciclado. Brasil (1987) cita ocorrências de depósitos de fosfato na área de distribuição de afloramentos calcários no vale do rio Paranã e é provável que tais depósitos ocorram em outras áreas calcárias no Cerrado.

O grau de rochosidade variou consideravelmente, sendo que as maiores variações foram entre as amostras da Bahia e Mato Grosso e as do Distrito Federal e Goiás. A elevada rochosidade na amostra da Bahia poderia ser creditada à baixa pluviosidade na região (919 mm/ano) e a baixa rochosidade na amostra de Goiás poderia ser atribuída às elevadas médias anuais de precipitação registradas na estação meteorológica mais próxima (1606 mm/ano), já que os calcários dessas áreas da mesma formação geológica. Contudo, essa relação parece não existir, pois a rochosidade na amostra de Mato Grosso foi idêntica à da amostra da Bahia, apesar da pluviosidade no

local ser bem mais elevada (1363 mm/ano) e do número de meses secos ser menor. Thomas (1974) e Trudgil (1985) sugerem que inconsistências desse tipo podem estar relacionadas a diferenças nas propriedades intrínsecas dos calcários e a condições climáticas pretéritas.

Superfícies muito rochosas em climas sazonais tendem a ser desfavoráveis ao estabelecimento de plantas, por reterem menos umidade, dificultarem a germinação de sementes e restringirem o desenvolvimento de raízes (Etherington 1976; Pérez-Garcia & Meave 2004; Scarano 2007). Parece razoável considerar que afloramentos calcários de média rochosidade têm maior diversidade de habitats, pois além de rochas que podem apresentar composição e microrrelevos variados, afloramentos nessas condições possuem solos e outros materiais inconsolidados que podem ter diferentes procedências, profundidades e composição, e desta forma conferir maior heterogeneidade ao sistema.

## 5.2. COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES

O total de espécies amostradas nas disjunções florestais do presente estudo (179) foi equivalente a 18,5% do montante de espécies arbóreas listadas por Mendonça *et al.* (in Walter 2006) para o bioma Cerrado e pode ser considerado relativamente alto, tendo em vista que o trabalho desses autores indica que as florestas decíduas estão entre os tipos de vegetação de menor riqueza florística nesse bioma (Walter 2006). Esse alto número de espécies pode ser considerado resultante da ampla distribuição das disjunções e da contribuição da flora dos biomas Mata Atlântica, Caatinga e Amazônia.

As famílias encontradas no conjunto de amostras das disjunções florestais foram praticamente as mesmas do universo de famílias relacionadas nos trabalhos de Ratter *et al.* (1978), Silva & Scariot (2003, 2004a, b), Nascimento *et al.* (2004) e Felfili *et al.* (2007). As famílias mais numerosas foram Fabaceae, Malvaceae *sensu* APG II (2003) e Myrtaceae, com 44, 13 e 9 espécies, respectivamente. As diferenças taxonômicas foram grandes no nível de gênero e ainda maiores no nível de espécies. Mais de 40% das espécies inventariadas (72 de 179) ainda não haviam sido assinaladas para florestas decíduas ligadas a afloramentos calcários no Cerrado (Ratter *et al.* 1978; Silva & Scariot 2003; Silva & Scariot 2004a, b; Nascimento *et al.* 2004; Felfili *et al.* 2007). Essas novas espécies estiveram restritas às disjunções do Distrito Federal, Bahia e Mato Grosso (Anexo I) e podem ser consideradas decorrentes da atual concentração dos levantamentos no nordeste de Goiás (Silva & Scariot 2003; Silva & Scariot 2004a, b;

Nascimento *et al.* 2004; Felfili *et al.* 2007). Por outro lado, apenas cinco (12,8%) das 38 espécies mais abundantes neste estudo (*Banisteriopsis sp.*, *Centrolobium tomentosum*, *Myrcarpus frondosus*, *Tabebuia chrysotrica* e *Trichilia hirta*) não haviam sido registradas por esses autores, sugerindo que a maior parte das espécies dominantes nesse tipo de vegetação tende a se repetir nas disjunções existentes no bioma.

As maiores riquezas de espécies foram encontradas nas amostras das disjunções do Distrito Federal (92 espécies) e de Mato Grosso (75), superando a maior riqueza já registrada em floresta associada à calcário no Cerrado, pela mesma metodologia (Nascimento *et al.* 2004, 52 espécies). A alta riqueza dessas duas amostras foi, em grande parte, devido a uma forte presença de espécies que ocorrem nas florestas de galeria e cerrados situados nos arredores dos fragmentos amostrados. Essas espécies acessórias foram mais numerosas nas parcelas de menor rochosidade e estiveram presentes também na amostra de Goiás, mas em menor proporção, talvez devido ao maior tamanho do fragmento florestal. Ratter *et al.* (1978b), Scariot & Sevilha (2005), Silva & Scariot (2003, 2004a, b), Nascimento *et al.* (2004) e Felfili *et al.* (2007) também registraram espécies dessas fitofisionomias em florestas vinculadas a afloramentos calcários no Cerrado e Rizzini (1963), Rizzini & Heringer (1962) e Pedrali (1989) observaram que a flórmula arbórea dessas florestas é dominada por espécies de ampla dispersão.

A excepcionalmente alta riqueza da amostra do Distrito Federal pode, adicionalmente, estar ligada a fatores geográficos, pois a mesma está em uma região elevada, central, que conforme sugerido por Felfili (1998) funciona como divisora de águas e unificadora de floras, com as florestas de galeria atuando como corredores de espécies da Mata Atlântica e da Amazônia. Oliveira-Filho & Ratter (1995) constataram que as comunidades arbóreas das florestas da região central brasileira são constituídas por um elevado número de espécies desses dois biomas e que existe um acentuado compartilhamento de espécies entre essas florestas.

A menor riqueza de espécies foi registrada na disjunção da Bahia, o que provavelmente deve-se à menor precipitação pluviométrica nessa parte do Cerrado e à sua riqueza em macronutrientes. Está documentado que habitats secos tendem a ser restritivos para a maior parte das espécies de plantas e a terem menor riqueza florística (Sarmiento 1972; Walter 1986; Pérez-García & Meave 2004). Além disso, existem estudos que indicam correlação negativa entre riqueza de espécies e riqueza mineral do solo (Huston 1979, 1980; Araújo *et al.* 1997; Salis 2004), a qual seria resultante da

exclusão competitiva promovida por algumas espécies em condições de alta disponibilidade de nutrientes (Huston 1980).

A densidade média (905 indiv.ha<sup>-1</sup>) e o número médio de espécies (66) foram superiores aos registrados nos estudos de Araújo *et al.* (1997b), Oliveira-Filho *et al.* (1998), Silva & Scariot (2003), Silva & Scariot (2004a, b), Nascimento *et al.* (2004), Felfili *et al.* (2007) e Souza *et al.* (2007) em outras florestas decíduas no Cerrado. Apesar de altos, esses valores estiveram abaixo dos registrados por Felfili (1994) e Felfili & Silva Júnior (1992) em florestas de galeria e por Felfili & Silva Júnior (1993) e Andrade *et al.* (2002) em cerrado *sensu stricto* no Brasil Central.

A maior área basal foi registrada na amostra da disjunção da Bahia (44,41 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), onde também foi registrado o menor índice pluviométrico, a mais alta rochiosidade e os mais elevados valores de saturação por bases. Esse registro é consistente com as constatações de Furley *et al.* (1979) e Crowther (1982), segundo as quais, comunidades arbóreas de habitats secos tendem a apresentar área basal elevada quando os solos são ricos em bases trocáveis. Porém, pode-se também supor que fatores como a alta insolação e a elevada temperatura média na região (Nimer & Brandão 1979; INMET 2007) também tenham desempenhado papel importante na determinação do elevado valor desse parâmetro de dominância.

Apesar de ter contribuído com apenas 11 indivíduos (Anexo I), a espécie que mais contribuiu para a alta área basal dessa amostra foi *Cavanillesia arborea*, uma macrofanerófita típica de formações arbóreas xerófilas (Andrade-Lima 1981) que tem lenho rico em tecido parenquimático e, certamente, é grande acumuladora de água. Mesmo figurando com apenas dois indivíduos, essa espécie teve participação significativa também na composição da área basal da amostra de Goiás (34,65 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), que foi superada apenas pela área basal da amostra da Bahia. Essas áreas basais estiveram acima da faixa de variação dos valores registrados por Silva & Scariot (2003, 2004a, b), Nascimento *et al.* (2004), Felfili *et al.* (2007) no mesmo tipo de vegetação no Cerrado e por Pérez-García & Meave (2004) no México.

A dominância ecológica nas disjunções florestais estudadas foi alta, com 2,8% (5 de 179) das espécies amostradas compreendendo 27,4% do total de indivíduos inventariados. As espécies responsáveis por essa dominância foram *Tabebuia chrysotrica*, *Casearia rupestris*, *Myracrodruon urundeuva*, *Combretum duarteanum* e *Tabebuia roseoalba*, que estiveram representadas por 280, 218, 178, 167 e 148 indivíduos, respectivamente. Com exceção de *Tabebuia chrysotrica*, todas essas

espécies já haviam sido citadas como dominantes em florestas estacionais decíduas no Cerrado, indicando mais uma vez que as espécies abundantes nessas florestas tendem a ser recorrentes nas disjunções dessa vegetação.

Comunidades dominadas por poucas espécies são comuns na vegetação tropical (Richards 1997), em florestas estacionais nos trópicos (Gentry 1995) e em florestas decíduas no Cerrado (Ratter 1992; Oliveira-Filho & Ratter 2002; Silva & Scariot 2003, 2004a, b; Nascimento *et al.* 2004; Souza *et al.* 2007). Felfili & Silva Junior (2005) e Felfili *et al.* (2006) consideram que o grupo de espécies de maior densidade de indivíduos determina a estrutura da vegetação e, assim, as respostas destas espécies aos fatores ambientais definem as características da comunidade. Já foi amplamente demonstrado (Diamond 1988; Connell & Lowman 1989; Tilman 1994; Leigh Jr. 2004) que a dominância de espécies é ocasionada por fatores bióticos e abióticos que atuam de forma interativa e que variam no espaço e no tempo. A influência dos fatores bióticos é considerada difícil de avaliar (Polunin 1971), mas vários autores (Etherington 1976; Hallé *et al.* 1978; Janos 1983; Torti *et al.* 1997) já assinalaram que vários casos de dominância de espécies na vegetação tropical estão relacionados a associações de plantas com fungos micorrízicos que aumentam a eficiência de absorção das raízes ou com bactérias que convertem o nitrogênio atmosférico em formas assimiláveis pelos vegetais. No entanto, pelo que consta da literatura, estudos sobre essas associações ainda não foram realizados em vegetação de afloramentos calcários nos trópicos.

### 5.3. RELAÇÕES VEGETAÇÃO-VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As florestas estacionais no Cerrado foram objeto de vários estudos sobre as relações entre a distribuição das abundâncias das espécies e as variáveis ambientais. Com raras exceções (Oliveira-Filho *et al.* 1994; Salis *et al.* 1995; Torres *et al.* 1997), esses estudos foram feitos com dados de uma única localidade. Além disso, com exceção dos trabalhos de Oliveira-Filho *et al.* (1998) e Souza *et al.* (2007) em florestas decíduas, todos os estudos foram conduzidos em florestas estacionais semidecíduas (p.ex., Oliveira-Filho *et al.* 1994, 1997, 2001; Torres *et al.* 1997; Botrel *et al.* 2002; Ruggiero *et al.* 2002; Dalanesi *et al.* 2004).

O presente estudo está sendo o primeiro a analisar quantitativamente as formações florestais decíduas que ocorrem em afloramentos calcários no Cerrado sob o prisma das relações entre as abundâncias das espécies e os fatores do meio. Está

também sendo o primeiro a adotar um enfoque que consiste em analisar conjuntamente amostras de disjunções dessa vegetação que estão distanciadas centenas de quilômetros dentro desse bioma e que, por esta razão, permite a inclusão de variáveis climáticas e geográficas nas análises. Com esse enfoque, o estudo procura realizar uma análise das relações vegetação entre variáveis ambientais em escala local e ao mesmo tempo regional.

A maior parte das espécies consideradas abundantes neste estudo teve distribuição restrita no universo amostral considerado. Com acentuadas variações nas abundâncias, apenas três das 38 espécies assim consideradas estiveram presentes em todas as amostras, 11 ocorreram em três amostras e 24 ocorreram em somente uma ou duas amostras. Estes resultados coadunam com a visão de um gradiente ambiental extenso, com notável variação florística entre as disjunções da vegetação analisada, e destoam dos resultados dos autores que analisaram uma única amostra e constataram que as espécies abundantes tenderam a se distribuir por todo o gradiente (Oliveira-Filho *et al.* 1997, 1998, 2001; Botrel *et al.* 2002; Ruggiero *et al.* 2002; Dalanesi *et al.* 2004; Souza *et al.* 2007).

O conjunto das espécies mais abundantes esteve inteiramente composto por espécies decíduas, mas conteve poucas rupícolas e vários elementos que têm sido freqüentes em solos mesotróficos, melhor supridos de umidade. Apenas quatro das 38 espécies desse conjunto – *Combretum duarteanum*, *Cyrtocarpa caatingae*, *Piranhea securinaga* e *Urera caracasana* – têm sido citadas somente para habitats rochosos nesse bioma e podem ser qualificadas como rupícolas. Os elementos considerados freqüentes em solos mesotróficos são mais comuns em faixas transicionais cerrado–floresta (*Pseudobombax tomentosum*, *Bauhinia rufa*) e em floresta de galeria ou cerradão (*Campomanesia velutina*, *Diospyros hispida*, *Guettarda viburnoides*, *Protium hepatphyllum*). Essa baixa incidência de rupícolas e relativamente alta ocorrência de espécies aparentemente associadas a solos de mediana fertilidade e disponibilidade de umidade parece ser recorrente em comunidades arbóreas de afloramentos calcários no mundo, já tendo sido assinalada em trabalhos realizados na Malásia (Crowther 1982), na China (Zhaoran. 1995), na Península Ibérica (Escudero 1996) e no Cerrado (Ratter *et al.* 1978; Silva & Scariot 2003, 2004a, b; Nascimento *et al.* 2004; Felfili *et al.* 2007).

A definição de três conjuntos florístico-estruturais pela ACC nas quatro amostras de floresta estacional decídua foi condizente com a premissa de que as disjunções florestais estudadas estão em ambientes que possuem características em

comum, mas apresentam variações na composição e nas abundâncias das espécies que estariam relacionadas a diferenciações nas variáveis ambientais. As ordenações das parcelas e das espécies geraram resultados similares, o que pode ser considerado um indicativo de consistência na definição desses conjuntos.

Essas ordenações indicaram que precipitação pluviométrica e altitude foram as variáveis ambientais que estiveram mais fortemente correlacionadas com a distribuição das abundâncias das espécies e que tiveram maior influência na definição dos conjuntos florísticos-estruturais. Baseado nos altos coeficientes de correlação dessas variáveis (-0,96 e 0,83), o processo de análise definiu conjuntos de espécies que tiveram as suas abundâncias relacionadas a variações espaciais nos volumes de chuvas e conjuntos que as tiveram relacionadas a variações na altimetria. Rodrigues *et al.* (1989), Oliveira-Filho & Fontes (2000) e Scudeller *et al.* (2001) fizeram estudos comparativos em formações florestais na Mata Atlântica e observaram que a precipitação e a altitude figuraram entre as variáveis que tiveram influência sobre a composição e a estrutura das comunidades.

A variável precipitação separou de forma marcante a disjunção da Bahia das outras três disjunções. Essa separação era prevista, visto que tal disjunção está na área de menor pluviosidade do Cerrado e segundo diversos autores (Schimper 1903; Loveless & Pray 1965; Water 1971, 1986a; Woodward 1987), o índice pluviométrico é a variável climática que tem maior influência na determinação da composição e da estrutura da vegetação tropical, no nível regional. Trabalhos como os de Garrido *et al.* (1982) e Nimer & Brandão (1989) indicam que a evapotranspiração nessa área é elevada, o que certamente acentua os efeitos da seca sazonal e leva a uma situação xérica que se traduz em uma vegetação com muitas espécies peculiares. A alta rochosoidade no sítio amostrado é outro fator que pode estar contribuindo para a ocorrência dessa situação. Furley & Newey (1979) confirmaram que substratos mais rochosos ou mais rasos tendem a secar mais rapidamente e Trudgill (1985) afirmou que o tempo de residência da água nos afloramentos calcários tende a ser inversamente proporcional ao grau de rochosoidade do terreno e de desintegração das rochas.

A umidade do solo tem sido considerada o fator ambiental mais importante na determinação da distribuição e do comportamento das árvores nos trópicos (Hinckley *et al.* 1991; Halbroock *et al.* 1995). Sarmiento (1992) propôs um modelo conceitual para relacionar as formações vegetais tropicais a fatores ambientais e apontou a seca sazonal como o principal fator que determina a ocorrência de florestas decíduas. Por outro lado, Swaine (1996) concluiu, através de pesquisas em Ghana, que é difícil separar o que é

causado por déficits de umidade do que é ocasionado pela fertilidade do solo, tendo em vista que esses fatores convariam. Com relação apenas à fertilidade do solo, Huston (1980), Malavolta (1980) e Newman (1988) recordaram que existe um complexo de efeitos sinérgicos e antagônicos entre os nutrientes e, que em determinados níveis, alguns destes favorecem a atuação de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico e de micorrizas. Ainda sobre esse aspecto, existe a afirmação de Pitman (1981), segundo a qual a disponibilidade de alguns nutrientes pode conferir tolerância à seca, ao ajudar as plantas a manterem a pressão osmótica em suas folhas nos períodos de estiagem.

A alta rochosa e baixa disponibilidade de água nos afloramentos representam, em princípio, uma barreira para espécies de cerrados e florestas de galeria, mais adaptados a solos bem desenvolvidos e melhor providos de umidade. A presença dessas espécies nas florestas decíduas pode ser considerada um indicativo de que existem elementos nessas florestas que são pouco seletivos quanto ao habitat. A capacidade para ocupar habitats presumivelmente menos favoráveis sob o ponto de vista da umidade do solo pode ter sido adquirida por essas espécies, ou pelos seus ancestrais, nos períodos interglaciais do Quaternário, quando o clima foi bem mais seco e frio do que o atual (Prado & Gibbs 1993; Prado 2000). É possível, também, que as condições climáticas na presente fase do atual período interglacial esteja oferecendo níveis de umidade que estão tornando possível a penetração dessas espécies na vegetação dos afloramentos. Se essa suposição for verdadeira, torna-se razoável deduzir que as florestas estacionais desses ambientes devem estar passando por um processo bastante palpável de adição (ou de substituição) natural de espécies. Estudos paleontológicos (Ledru 1993, 2002; Ledru *et al.* 1998; Salgado-Labouriau 1997; Salgado-Labouriau *et al.* 1997) e trabalhos baseados em interpretação de paisagens (Ab'Sáber 1967, 1972, 1981; Braun 1970) dão conta de várias mudanças na vegetação do Cerrado no Quaternário e mudanças semelhantes devem ter ocorrido também em outros períodos geológicos.

A variável altitude separou a disjunção do Distrito Federal das disjunções de Goiás e Mato Grosso, dando origem a dois subconjuntos de espécies à partir do conjunto que se mostrou correlacionado com elevada precipitação pluviométrica. As influências da altitude na composição e na estrutura das comunidades vegetais foram discutidas por autores como Walter (1971, 1986a), Woodward & Williams (1987) e (Jones 1992). Segundo esses estudiosos, os efeitos importantes dessa variável sobre o comportamento das plantas são indiretos e se dão através da temperatura, precipitação,

umidade do ar e de outras variáveis que sofrem alterações ao longo de gradientes altitudinais. No presente estudo, essa variável parece ter influenciado somente a temperatura média anual. Esta foi, em média, 4° C mais baixa na disjunção do Distrito Federal, que está em uma cota altimétrica oscilante entre quase o dobro e quase o triplo das altitudes nas disjunções de Goiás e Mato Grosso. Essa diferença na temperatura média pode ter sido o fator que efetivamente contribuiu para a definição dos dois subconjuntos de espécies, mas tudo indica que a hipótese anteriormente levantada, de uma possível influência da posição geográfica na composição da disjunção do Distrito Federal, não deve ser descartada. É provável que a localização dessa disjunção em um divisor de águas esteja atuando em conjunto com o fator altitude, na determinação da composição das florestas ali localizadas.

Os resultados de alguns estudos sobre as influências da altitude na composição e na diversidade de espécies têm sido até certo ponto contraditórios. Brewer *et al.* (2003) detectaram tendência de aumento do número de espécies em floresta estacional ligada a afloramentos calcários em Belize, enquanto Gentry (1988, 1995) observou tendência de diminuição em florestas ombrófilas nos neotrópicos. Parece certo, portanto, que existe necessidade de mais estudos a respeito das influências dessa variável nas florestas tropicais de um modo geral e da vegetação dos afloramentos calcários em particular.

A ordenação das espécies revelou um gradiente ambiental mais complexo do que o da ordenação das parcelas, mas no geral corroborou a alocação destas nos três conjuntos florístico-estruturais discriminados pela técnica de análise. Três das seis espécies que tiveram as suas abundâncias concentradas no conjunto correspondente à amostra da Bahia podem ser consideradas endêmicas das florestas associadas a calcários no extremo leste do bioma Cerrado e na transição deste com a Caatinga. Estas foram *Banisteriopsis sp.*, que figurou pela primeira vez em levantamentos feitos em florestas estacionais, e *Piranhea securinega* e *Cyrtocarpa caatingae*, que são espécies recém-descobertas, até agora encontradas somente nessas duas partes do Brasil Central (Mitchell & Daly 1991; Radcliff-Smith & Ratter 1996; Silva & Scariot 2003, 2004a). Pelo que até agora se sabe, essas espécies podem ser consideradas como melhor relacionadas a condições de baixa disponibilidade de água no solo.

As outras três espécies que integraram esse conjunto têm distribuição geográfica mais ampla e ocorre em vários substratos, o que evidencia maior amplitude ecológica. *Tabebuia chrysotricha* e *Triplaris gardneriana* ocorrem na diagonal de clima sazonalmente seco no Brasil, sendo particularmente abundantes em áreas do norte de

Minas Gerais e do Nordeste e Centro-Oeste do país (Brandbrige 1986; Gentry 1992). *Acacia polyphylla* tem distribuição ainda mais ampla, ocorrendo do norte do Paraná até o sul da Amazônia, em vários tipos florestais (Lorenzi 1998), incluindo florestas de galeria no Cerrado (Rodrigues & Araújo 1997; Felfili *et al.* 2001; Oliveira-Filho *et al.* 2001). Considerações semelhantes podem ser feitas sobre *Tabebuia impetiginosa*, que teve a sua maior abundância na amostra da Bahia e também possui ampla distribuição no Brasil (Gentry 1992).

As espécies que tiveram as suas abundâncias concentradas nos conjuntos correspondentes às amostras do Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso foram, na sua quase totalidade, elementos que têm ampla distribuição geográfica e que não estão essencialmente vinculadas a áreas caracterizadas por períodos secos prolongados. Dentre as espécies da amostra do Distrito Federal, pode-se destacar, pela distribuição e amplitude ecológica, *Cedrela fissilis*, *Coutarea hexandra*, *Centrolobium tomentosum*, *Machaerium brasiliense* e *Myrocarpus frondosus*. *Cedrela fissilis* ocorre do norte da Argentina e sul do Brasil até o norte da América Central e se acha dispersa por todo o território brasileiro, habitando florestas ombrófilas, florestas estacionais e florestas de galeria (Pennington 1981; IBGE 2002). *Coutarea hexandra* acha-se distribuída do norte da Argentina e sul do Brasil até o México, sendo encontrada em todos os biomas intertropicais brasileiros (Prado & Gibbs 1993), mas é pouco frequente no Cerrado, apesar de ocorrer em florestas estacionais e florestas de galeria nesse bioma (Oliveira-Filho *et al.* 1994, 2001; Pereira *et al.* 1996; Araújo & Haridasan 1997). *Centrolobium tomentosum* é uma espécie da Mata Atlântica que ocorre do Estado de São Paulo até a Bahia e chega até ao Brasil Central, aonde é eventualmente encontrada em florestas estacionais e florestas de galeria situadas em solos ricos bem drenados (Rizzini 1978; Pereira *et al.* 1996). *Machaerium brasiliense* é um elemento atlântico que ocorre no sudeste do Brasil, norte do Paraná e chega até Goiás e Mato Grosso, fazendo parte de florestas ombrófilas e estacionais (Sartori & Tozzi 1998). *Myrocarpus frondosus* é outro elemento atlântico de ampla dispersão, que ocorre no sudeste do Brasil, norte da Argentina, leste do Paraguai e no Brasil Central (Sartori & Tozzi 2004). Apenas uma das cinco outras espécies que figuraram como abundantes nessa amostra – *Urera caracasana* – é citada somente para florestas estacionais decíduas (Pereira *et al.* 1996; Araújo *et al.* 1997; Rodrigues & Araújo 1997) e provavelmente é própria dessa fitofisionomia.

As espécies que concentraram as suas abundâncias no conjunto formado pelas amostras de Goiás e Mato Grosso seguem um padrão semelhante ao apresentado pelas espécies do conjunto que ficou constituído pela amostra do Distrito Federal, com a maioria apresentando grande dispersão e amplitude ecológica. *Combretum duarleanum*, por exemplo, distribui-se por quase toda a América Tropical (Pennington *et al.* 2000) e é frequente em florestas estacionais no nordeste e centro-oeste do Brasil e no leste da Bolívia (Silva 1995). *Tabebuia roseoalba* ocorre no Paraguai, Bolívia, Peru e em quase todo o Brasil intertropical, em várias fisionomias florestais (Gentry 1992), incluindo florestas de galeria no Cerrado (Silva Júnior *et al.* 1998). *Machaerium hirtum* distribuiu-se de Santa Catarina até Goiás, Mato Grosso e Bolívia (Sartori & Tozzi 1998; Killeen *et al.* 2006). *Platypodium elegans* é encontrada na Argentina, Paraguai, Bolívia e no Brasil extra-amazônico intertropical (Prado & Gibbs 1993), sendo frequente nas florestas de solos bem drenados do Cerrado (Araújo & Haridasan 1997; Ruggiero *et al.* 2002; Botrel *et al.* 2002; Silva Júnior 1999). *Pseudobombax tomentosum* é frequente em cerradões, margens de florestas de galeria e florestas estacionais no Cerrado (Araújo & Haridasan 1997; Silva Júnior *et al.* 1998; Nascimento *et al.* 2004). *Protium heptaphyllum* distribuiu-se do norte da América do Sul ao sudeste do Brasil, em florestas estacionais, florestas de galeria e cerradão (Oliveira-Filho e Ratter 1995). Apenas uma das dez espécies desse conjunto florístico-estrutural – *Combretum duarleanum* – foi citada na literatura somente para florestas decíduas, o que indica que as amostras de Goiás e Mato Grosso também tiveram predomínio de espécies de grande amplitude ecológica. Essas informações confirmam Rizzini (1997), que considerou a flora arbórea das florestas estacionais do Cerrado um subconjunto da flora das florestas ombrófilas, com destaque para as da faixa atlântica.

Algumas espécies (p.ex. *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma subincanum*, *Casearia rupestris*, *Guazuma ulmifolia*, *Myracrodruon urundeuva* e *Rhamnidium elaeocarpum*) apresentaram baixa correlação com variáveis ambientais específicas, podendo ser qualificadas como indiferentes à qualidade do habitat. A posição de *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma subincanum*, *Guazuma ulmifolia* e *Myracrodruon urundeuva* parece em contradição com os resultados de estudos como os de Ratter *et al.* (1978b), Ratter (1992), Oliveira-Filho *et al.* (1998) e Souza *et al.* (2005), que as identificaram como preferenciais de solos ricos em cálcio e magnésio. Contudo, é preciso considerar que os teores desses elementos estiveram acima da média em todas as amostras estudadas.

As outras variáveis ambientais apontadas pela ACC como relacionadas a variações na composição e abundância de espécies nas amostras do tipo de vegetação estudado foram de natureza edáfica e relativas às propriedades texturais e químicas do solo. Na amostra da Bahia as variáveis que apresentaram maiores coeficientes de correlação com esses parâmetros da vegetação foram pH e teores de sódio, potássio e fósforo; na amostra do Distrito Federal essas variáveis foram percentagens de silte e argila e teores matéria orgânica, cálcio e magnésio; enquanto que nas amostras de Goiás e Mato Grosso a variável preponderante foi acidez potencial.

Estudos de comunidade realizados em florestas estacionais ligadas a outros habitats no Cerrado e na sua periferia (Rodrigues *et al.* 1989; Oliveira-Filho *et al.* 1998, 2001; Ruggiero *et al.* 2002; Souza *et al.* 2003; Dalanesi *et al.* 2004) levaram a constatações semelhantes no que diz respeito aos macronutrientes citados, ao teor de matéria orgânica, ao pH e às variáveis texturais do solo. Alguns desses estudos (Oliveira-Filho *et al.* 1994, 1998, 2001; Botrel *et al.* 2003) mostraram que variações na topografia (e conseqüentemente na profundidade, no regime de água e no teor de nutrientes do solo) e presença de clareiras no dossel também podem causar mudanças na composição e estrutura dessas florestas. No presente estudo, a topografia esteve representada pela inclinação do terreno, que não esteve significativamente correlacionada com as variações encontradas na vegetação, e a variável presença de clareiras não entrou nas avaliações.

## 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A hipótese de que as disjunções de Floresta Estacional Decídua dos afloramentos calcários no Cerrado estão em ambientes que possuem características em comum, mas devem apresentar variações na composição e na distribuição das abundâncias das espécies que estariam relacionadas a diferenciações nas variáveis ambientais, foi parcialmente confirmada pelas investigações realizadas.

Os fatores ambientais comuns às disjunções florestais amostradas foram clima sazonal marcado por inverno seco e verão chuvoso e substratos eutróficos, rochosos, periodicamente muitos secos. As evidências indicam que a conjunção desses fatores cria uma condição geral que favorece e ao mesmo tempo restringe o desenvolvimento de uma vegetação luxuriante.

A ordenação das espécies pela Análise de Correspondência Canônica definiu três conjuntos florísticos-estruturais a partir das quatro amostras de vegetação, os quais, em primeiro lugar, estariam relacionados à diferença em pluviosidade entre a disjunção florestal amostrada na Bahia e as disjunções amostradas no Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso; e, em segundo lugar, às diferenças em altitude entre essas três disjunções. A ordenação por essa técnica de análise multivariada indicou, ainda, que as abundâncias das espécies na amostra da Bahia estiveram também relacionadas ao pH e aos níveis de sódio, potássio e fósforo no solo; enquanto que na amostra do Distrito Federal tais abundâncias estiveram associadas aos níveis de matéria orgânica, cálcio, magnésio, silte e argila; e nas amostras de Goiás e Mato Grosso estiveram ligadas à acidez potencial do solo. Ao fazer essa separação, a técnica de análise evidenciou que as variações encontradas na vegetação estudada são promovidas por fatores que atuam nas escalas regional e local.

A escassez de estudos comparativos entre amostras de florestas estacionais decíduas e mesmo entre amostras de tipos fitofisionômicos correlatos, desfavoreceu a discussão dos resultados e expôs a extensão e complexidade de um campo que há muito tempo está aberto a investigações. Contudo, a dificuldade para aceitar a inteira confirmação da hipótese de trabalho está em uma questão mais intrincada – a de que algumas variáveis ambientais, como disponibilidade de umidade e teor de nutrientes, podem covariar e as suas análises podem levar a resultados que devem ser vistos com cautela, como referido por Huston (1980) e Swaine (1996).

O estudo não incluiu variáveis como disponibilidade de água no solo, microtopografia do terreno e existência de clareiras, que conforme demonstrado em vários trabalhos (Oliveira-Filho *et al.* 1994, 1998, 2001; Silva Júnior 1995, 1998; Vivian-Smith 1997; Whitmore 1997; Botrel *et al.* 2003) podem ter forte influência na composição e estrutura das comunidades florestais. A não inclusão dessas variáveis, e provavelmente de outras, pode ter sido a causa da baixa porcentagem de variância cumulativa explicada pelos dois primeiros eixos de ordenação e é outro fator que recomenda considerar que a hipótese levantada foi apenas parcialmente confirmada.

Devido à rápida velocidade do processo de destruição da vegetação do Cerrado, sugere-se a continuidade dos estudos em outros remanescentes das disjunções florestais estudadas e a extensão dos mesmos a outras disjunções, para que se possa conhecer de forma mais ampla, e ao mesmo tempo mais detalhada, os padrões das relações vegetação-variáveis ambientais nessas formações e, assim, contribuir de forma mais

efetiva para a elaboração de estratégias de conservação para essas disjunções. Sugere-se que os futuros estudos sejam planejados de modo a, sempre que possível, incluir entre os seus objetivos a busca de conhecimentos sobre as influências de variáveis como:

- Tamanho, formato e histórico dos remanescentes.
- Posição dos remanescentes em relação à rota do sol e aos ventos dominantes.
- Posicionamento dos remanescentes em relação a divisores de água.
- Presença de clareiras de origem antrópica ou natural na vegetação.
- Teores de umidade no substrato.
- Microtopografia dos afloramentos.
- Mudanças no gradiente altimétrico.
- Associação de plantas com fungos micorrízicos e com bactérias fixadoras de nitrogênio.

Acredita-se que a ampliação e o detalhamento dos estudos nessas florestas poderão contribuir para reforçar, modificar ou refutar os resultados ora apresentados. O detalhamento florístico-ambiental do gradiente ora estudado parece fundamental e o melhor ponto de partida. Esse gradiente exibiu aspectos intrigantes, como o fato da amostra de Goiás ter apresentado maior semelhança com a amostra de Mato Grosso, situada a uma distância de 645 km em linha reta, do que com a amostra do Distrito Federal, situada a uma distância de apenas 308 km. As variáveis altitude e acidez potencial, sozinhas, teriam tido influência tão grande? O foco nesse gradiente promoveria uma diversificação nos conhecimentos existentes, que são quase todos procedentes de investigações conduzidas na região da amostra de Goiás.

Ficou demonstrado que as amostras estudadas estiveram majoritariamente constituídas por espécies de ampla distribuição geográfica e, aparentemente, grande amplitude ecológica. Algumas espécies, como *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma subincanum*, *Casearia rupestris*, *Guazuma ulmifolia*, *Myracrodruon urundeuva* e *Rhamnidium elaeocarpum*, apresentaram baixa correlação com variáveis ambientais específicas. Uma aplicação prática dessa constatação seria a utilização, em caráter experimental, dessas espécies em programas de recomposição de florestas em condições ambientais similares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Sáber, A.N. 1967. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Orientação 3**: 45-48.
- Ab'Sáber, A.N. 1972. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro: considerações finais, conclusões. **Geomorfologia 28**: 1-38.
- Ab'Sáber, A.N. 1981. Domínios morfológicos atuais e quaternários na região dos cerrados. **Craton & Intracraton 14**: 1-33.
- Ackerly, D.D.; Thomas, W.W.; Ferreira, C.A.C. & Pirani, J.R. 1989. The forest-cerrado transition zone in southern Amazônia: results of the 1985 Projeto Flora Amazônica expedition to Mato Grosso. **Brittonia 4**(2): 113-128.
- Acot, P. 1990. **História da ecologia**. Editora Campus, Rio de Janeiro.
- Adámoli, J.; Macedo, J.; Azevedo, L.G. & Netto, J.M. 1986. Caracterização da região dos Cerrados. Pp. 33-74 *In*: Goedert, W.J. (ed.). **Solos dos cerrados**: tecnologias e estratégias de manejo. EMBRAPA/CPAC, Brasília.
- Alvim, P.T. & Araújo, W.A. 1952. El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el Centro-Oeste del Brasil. **Turrialba 2**: 153-160.
- APG II - Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society 141**: 399-436.
- Andrade-Lima, D. 1977. A vegetação das áreas erodidas de calcário Bambuí em Bom Jesus da Lapa, Bahia. **Revista Brasileira de Biologia 37**: 179-194.
- Andrade-Lima, D. 1981. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica 4**: 149-153.
- Araújo, G.M. & Haridasan, M. 1997. Estrutura de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro. **Naturalia 22**: 115-129.
- Araújo, G.M. & Haridasan, M. 1988. A comparison of the nutritional status of two forests on dystrophic and mesotrophic soils in the Cerrado region of Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis 19**: 1991-1103.
- Araújo, G.M.; Rodrigues, L.A. & Ivizi, L. 1997. Estrutura fitossociológica e fenologia de espécies lenhosas de mata decídua em Uberlândia, MG. Pp. 22-28. *In*: Leite, L.L. & Saito, C.H. (orgs.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado**. Universidade de Brasília, Brasília.
- Askew, G.P.; Moffatt, D.J.; Montgomery, R.F. & Searl, P.L. 1970a. Soil landscapes in north eastern Mato Grosso. **Geographical Review 136**(2): 211-227.
- Askew, G.P.; Moffatt, D.J.; Montgomery, R.F. & Searl, P.L.. 1970b. Interrelations of soils and vegetation in savanna forest boundary zone of northeastern Mato Grosso. **Geographical Review 136**(3): 370-376.
- Assumpção, C.T.; Leitão Filho, H.F. & César, O. 1982. Descrição das matas da Fazenda Barreiro Rico, Estão de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica 5**: 53-66.
- Azevedo, L.G. 1966. Tipos eco-fisionômicos da vegetação da região de Januária (MG). **Anais da Academia Brasileira de Ciências 33**(Supl.): 39-57.

- Bagnouls, F. & Gaussen, H. 1957. Les climats biologiques et leur classification. **Annales de Géographie** 66(335): 193-220.
- Baptista, G.M.M. 2006. Caracterização climatológica da APA de Cafuringa. Pp. 35-40. In: Netto, P.B; Mecenas, V.V. & Cardoso, E.S. (eds). **APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF**. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal, Brasília.
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 2000. Vegetation of limestone and dolomite glades in the ozarks and midwest regions of the Unites States. **Annals Missouri Botanical Garden** 87: 286-294.
- Baskin, J.M.; Webb, D.H. & Baskin, C.C. 1995. A floristic plant ecology study of the limestone glades of northern Alabama. **Bulletin Torrey Botanical Club** 122: 226-242.
- Beard, J. S. 1944. Climax vegetation in tropical America. **Ecology** 25: 125-158.
- Beard, J. S. 1955. The classification of tropical American vegetation-types. **Ecology** 36: 89-100.
- Bell, G. & Lechowicz, M.J. 1994. Spatial heterogeneity at small scales and how plants respond to it. Pp. 391-414. In: Caldwell, M.M. & Pearcy, R.W. (eds.). **Exploitation of environmental heterogeneity of plants**. Academic Press, San Diego (USA).
- Borchert, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology** 75(5): 1437-1449.
- Botrel, R.T.; Oliveira-Filho, A.T.; Rodrigues, L.A. & Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecídua em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 25(2): 195-213.
- Bourgeron, P.S. 1983. Spatial aspects of vegetation structure. Pp. 29-47. In: Golley, F.B. (ed.). **Ecosystems of the world 14A – Tropical rain forest ecosystems, structure and function**. Elsevier, Amsterdam.
- Brabherr, G. & Kojima, S. 1993. Vegetation diversity and classification systems. Pp. 218-232. In: Solomon, A.M. & Shugart, H.H. (eds.). **Vegetation dynamics & Global change**. Chapman & Hall, New York.
- Brady, N.C. 1990. **Nature and properties of soils**. 10<sup>th</sup> ed. Macmillan Publishing Company, New York.
- Bramão, L. & Black, G. 1955. Nota preliminar sobre o estudo solo-vegetação de Barreiras, Bahia. Ministério da Agricultura, Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, Rio de Janeiro.
- Brandbyge, J.A. 1986. Revision of the genus *Triplaris* (Polygonaceae). **Nordic Journal of Botany** 6: 545-570.
- Brasil. 1987. **Mapa Geológico do Estado de Goiás**. Escala 1:1.000.000. Departamento Nacional de Produção Mineral, Goiânia.
- Brasil. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade no Cerrado e no Pantanal**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

- Brasil. 2007. Minas e garimpos: presença de minas e garimpos por substância mineral. 3.5 – Calcário e calcita. Disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/>. Acessado em 10/08/2007.
- Braun, O.P.G. 1970. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia** 32(3): 3-39.
- Brewer, S.W.; Rejemánec, M.; Webb, M.A.H. & Fine, P.V.A. 2003. Relationships of phytogeography and diversity of tropical tree species with limestone topography in southern Belize. **Journal of Biogeography** 30: 1669-1688.
- Brown, J.A. & Lomolino, M.V. 1998. **Biogeography**. 2<sup>nd</sup> ed. Sinauer Associates, Sanderland (USA).
- Brummitt, R.K. & Powell, C.E. (eds.). 1992. **Authors of plant names**. Royal Botanic Gardens, Kew (UK).
- Bucher, E.H. 1982. Chaco and Caatinga: South American arid savannas, woodlands and thickets. Pp. 48-79. *In*: Huntley, B.J. & Walker, B.H. (eds.). **Ecology of tropical savannas**. Springer-Verlag, Berlin.
- Burnett, M.R.; August, P.V.; Brown Jr., J.H. & Killingbeck, K.T. 1998. The influence of geomorphological heterogeneity on biodiversity. I. A patch-scale perspective. **Conservation Biology** 12(2): 363-370.
- Campos, J.E.G. 2006. Geologia da APA de Cafuringa. Pp. 41-47. *In*: Netto, P.B.; Mecnas, V.V. & Cardoso, E.S. (eds). **APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF**. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal, Brasília.
- Cavalcanti, R.B. & Joly, C.A. 2002. Biodiversity and conservation priorities in the Cerrado region. Pp. 351-367. *In*: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (eds.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York.
- Cavassan, O.; Cesar, O. & Martins, F.R. 1984. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 7(2): 91-106.
- Chin, S.C. 1977. The limestone hill flora of Malaya I. **Gardens' Bulletin, Singapore** 30: 165-291.
- Ciminelli, R.R. 2003. Recursos minerais industriais. Pp. 503-539. *In*: Bizzi, L.A.; Schobbenhaus, C.; Vidotti, R.M. & Gonçalves, J.H. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Serviço Geológico do Brasil, Brasília.
- CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. 1977. **Projeto rural de desenvolvimento integrado de Formoso: levantamento semidetalhado de solos, uso atual, aptidão agrícola e inventário de reconhecimento florestal**. CODEVASF, Brasília.
- Collins, S.L.; Mitchell, G.S.; Klahr, S.C. 1989. Vegetation-environment relationship in a rock outcrop community in southern Oklahoma. **American Midland Naturalist** 122(2): 339-348.
- Collinson A.S. 1988. **Introduction to world vegetation**. 2<sup>nd</sup> ed. Unwin Hyman, London.

- Colinvaux, P.A. 1973. **Introduction to ecology**. John Wiley & Sons, New York.
- Connell, J.H. & Lowman, M.D. 1989. Low-diversity tropical rain forests: some possible mechanisms for their existence. **American Naturalist** **134**: 88-1191.
- Crowther, J. 1982. Ecological observations in a tropical karst terrain, West Malaysia. I. Variations in topography, soil and vegetation. **Journal of Biogeography** **9**:65-78.
- Cruz, C.D. 2007. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Disponível em [www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm](http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm). Acessado em 12/12/2007.
- Dalanesi, P.E.; Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. 2004. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botanica Brasilica** **18**(14): 737-757.
- Dambrós, L.A.; Dias, A.A.; Fonzar, B.C.; Oliveira Filho, L.C. 1981. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo Fitogeográfico. Pp. 509-560 + mapa. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SD.22 Goiás. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- Diamond, J. 1988. Factors controlling species diversity: overview and synthesis. **Annals Missouri Botanical Garden** **75**: 117-129.
- Drago, V.A.; Pinto, A.C.; Montalvão, R.M.G.; Santos, R.O.B.; Simões, M.A.; Oliveira, F.C.; Bezerra, P.E.L.; Prado, P.; Fernandes, C.A.C. & Taissinari, C.C.G. 1981. Geologia. Pp. 27-300 + mapa. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SD.22 Goiás. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review** **38**(2): 201-341.
- Eiten, G. 1983. **Classificação da vegetação do Brasil**. CNPq, Brasília.
- Eiten, G. 1994. Vegetação. Pp. 17-73. *In*: Pinto, M.N. (Org.). **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectivas. 2<sup>a</sup> ed. Editora Universidade de Brasília, Brasília.
- EMBRAPA. 1978. **Levantamento de reconhecimentos dos solos do Distrito Federal**. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro.
- EMBRAPA. 1980. **Avaliação da fertilidade dos solos do Distrito Federal**. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro.
- EMBRAPA. 1997. **Manual de métodos de análise de solo**. 2<sup>a</sup> ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solo, Rio de Janeiro.
- EMBRAPA. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2<sup>a</sup> ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro.
- Escudero, A. 1996. Community patterns on exposed cliffs in a Mediterranean calcareous mountain. **Vegetatio** **125**: 99-110.
- Etherington, J.R. 1976. **Environment and plant ecology**. John Wiley & Sons, London.
- Eyre, S.R. 1963. **Vegetation and soils**: a world picture. Aldine Publishing, Chicago.
- Faissol, S. 1952. **O Mato Grosso de Goiás**. IBGE, Rio de Janeiro.

- Felfili, J.M. 1994. Floristic composition and phytosociology of the gallery forest alongside the Gama stream in Brasília, DF. Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 17(1): 1-11.
- Felfili, J.M. 2003. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. Pp. 195-263. *In*: COSTA, R.B. (Org.). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Universidade Católica dom Bosco, Campo Grande.
- Felfili, J.M. & Silva Júnior, IM.C. 1992. Floristic composition, phytosociology and comparison cerrado and gallery forests at Fazenda Água Limpa, Federal District, Brazil. Pp. 393-415. *In*: Furley, P.A.; Proctor, J. & Ratter, J.A. (eds.). **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. Chapman & Hall, London.
- Felfili, J.M. & Silva Júnior, M.C. 1993. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 9(3): 277-289.
- Felfili, J.M. & Silva Jr. 2005. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. Pp. 141-154. *In*: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. (Orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Felfili, J.M.; Silva Júnior, M.C. & Nogueira, P.E. 1998. Levantamento da vegetação arbórea na região de Nova Xavantina, MT. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** 3: 63-81.
- Felfili, J.M.; Carvalho, F.A.; & Haidar, R.F. 2005. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília.
- Felfili, J.M.; Fagg, C.W. & Mecnas, V.V. 2006. Ecossistemas da APA de Cafuringa e processos naturais e antrópicos que ameaçam a sua sustentabilidade. Pp. 126-134. *In*: Netto, P.B.; Mecnas, V.V. & Cardoso, E.S. (eds). **APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF**. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal, Brasília.
- Felfili, J.M.; Nascimento, A.R.T.; Meirelles, E.L. & Fagg, C.W. 2007a. Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous dry forest on limestone outcrops in Central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 375-385.
- Felfili, J.M.; Carvalho, F.A.; Líbano, A.M.; Venturoli, F. & Pereira, B.A.S. 2007b. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília.
- Fernandes, A. 2006. **Fitogeografia brasileira: províncias florísticas**. 3ª ed. Editora Realce, Fortaleza.
- Fernandes, P.E.C.A.; Montes, M.L.; Braz, E.R.C.; Montes, A.S.L.; Silva, L.L.; Oliveira, F.L.L.; Ghignone, J.I.; Siga Jr., O. & Castro, H.E.F. 1982. Geologia. Pp. 25-204 + mapa. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SD.23 Brasília. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- Ferri, M.G. 1980. História da botânica no Brasil. Pp. 33-88. *In*: Ferri, M.G. & Motoyama, S. (orgs.). **História das ciências no Brasil**. Editora da Universidade de São Paulo e Editora Pedagógica Universitária, São Paulo.

- Fowler, N. 1988. The effects of environmental heterogeneity in space and time on the regulation of populations and communities. Pp. 249-269. *In*: Davy, A.J.; Hutchinson, M.J. & Watkinson, A.R. (eds.) **Plant population ecology**. Blackwell, Oxford (UK).
- Furley, P.A. & Newey, W.W. 1979. Variations in plant communities with topography over tropical limestone soils. **Journal of Biogeography** 6: 1-15.
- Furley, P.A.; Ratter, J.A. & Gifford, D.R. 1988. Observations on the vegetation of eastern Mato Grosso, Brazil. III. The woody vegetation and soils of the Morro da Fumaça, Torixoréu. **Proceedings of the Royal Society of London, B**. 235: 259-280.
- Garrido, W.E.; Guimarães, L.G.; Jarreta Jr., M. 1982. **O clima da região dos cerrados em relação à agricultura**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina (DF).
- Gauch Jr., H.G. 1982. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge University Press, Cambridge (England).
- Gentry, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? **Annals Missouri Botanical Garden** 69: 557-593.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 75: 1-34.
- Gentry, A.H. 1992. **Bignoniaceae** – Part II. (Tribe Tecomeae). Organization for Flora Neotropica, New York Botanical Garden, New York. (Flora Neotropica Monograph 25).
- Gentry, A.H. 1995. Diversity and composition of neotropical dry forests. Pp. 146-194. *In*: Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press.
- Gerrard, A.J. 1988. **Rocks and landforms**. Unwin Hyman, London.
- Gillespie, T.W.; Grijalva, A. & Farris, C.N. 2000. Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. **Plant Ecology** 147: 37-47.
- Goodland, R. & Ferri, M.G. 1979. **Ecologia do Cerrado**. Editora Itatiaia, Belo Horizonte e Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gradstein, F.M.; Ogg, J.G.; Smith, A.G.; Bleeker, W.; Lourens, L.J. 2004. A new geologic time scale, with special reference to Precambrian and Neogene. **Episodes** 27(2): 83-100.
- Grisebach, A.R.H. 1875. **La végétation du globe**. S.e., Paris.
- Grubb, P.J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. **Biological Review** 52: 107-145.
- Guerra, A.T. 1993. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8ª ed. IBGE, Rio de Janeiro.
- Guimarães, A.J.M.; Corrêa, G.F. & Araújo, G.M. 2001. Características da vegetação e do solo em duas comunidades vegetais contíguas no Triângulo Mineiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** 7: 113-127.

- Halbroock, N.M., Whitbeck, J.L. & Mooney, H.A. 1995. Drought responses of neotropical dry forest trees. Pp. 243-270. *In*: In: Bullock, S. H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hallé, F.; Oldeman, R.A.A. & Tomlinson, P.B. 1978. **Tropical trees and forests**. Springer-Verlag, Berlin.
- Ham, W.E. & Pray, L.C. 1962. Modern concepts and classification of carbonate rocks. Pp. 2-19. *In*: Ham, W.E. (ed.). **Classification of carbonates rocks**: a symposium. The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa (USA).
- Hatshorn, G.S. 1990. Gap-phase dynamics and tropical tree species richness. Pp. 65-73. *In*: Holm-Nielsen, L.B.; Nielsen, I.C. & Balslev, H. (eds.). **Tropical forests**: botanical dynamics, speciation and diversity. Academic Press, London.
- Hinckley, T.M.; Richter, H. & Schulte, P.J. 1991. Water relations. Pp.137-162. *In*: Raghavendra, A.S. (ed.). **Physiology of trees**. John Wiley, New York.
- Huston, M. 1979. A general hyposthesis of species diversity. **American Naturalist** **113**: 81-101.
- Huston, M. 1980. Soil nutrients and tree species richness in Costa Rican forests. **Journal of Biogeography** **4**: 147-157.
- IBGE. 1995. **Zoneamento geoambiental e agroecológico do Estado de Goiás**: região nordeste. IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE. 2002. **Árvores do Brasil Central**: espécies da Região Geoeconômica de Brasília. IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE. 2004a. **Mapa da vegetação do Brasil**. Escala 1:5.000.000. IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE. 2004b. **Mapa de biomas brasileiros**. Escala 1:5.000.000. IBGE, Rio de Janeiro.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2007. **Climatologia**: normais climatológicas. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/>. Acessado em 18/08/2007.
- Ivanauskas, N.M. & Rodrigues, R.R. 2000. Florística e fitossociologia de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**(3) :291-304.
- Janos, D.F. 1983. Tropical mycorrhizas, nutrient cycles and plant growth. Pp. 327-345. *In*: Sutton, S.L.; Whitmore, T.C. & Chadwick, A.C. (eds.). **Tropical rain forest**: ecology and management. Blackwell Scientific Publications, Oxford (UK).
- Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. *In*: Wilson, E.O. (ed.) **Biodiversity**. National Academy of Sciences and Smithsonian Institution, Washington.
- Karmann, I. & Sanchez, L.E. 1979. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-Tema** **13**: 105-167.
- Kent, M. & Coker, P. 1994. **Vegetation description and analysis**. 2<sup>nd</sup> ed. Behaven Press, London.
- Jones, H.G. 1992. **Plants and microclimate**: a quantitative approach to environmental plant physiology 2. Cambridge University Press, Cambridge (UK).

- Killeen, T.J.; Jardim, A.; Mamani, F.; Rojas, N. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. **Journal of Tropical Ecology** **14**: 803-822.
- Killeen, T.J.; Chavez, E.; Peña-Claros, M.; Toledo, Marisol; Arroyo, L.; Caballero, J. *et al.* 2006. The Chiquitano dry forest, the transition between humid and dry forest in eastern lowland Bolívia. Pp. 213-233. *In*: Pennington, R.T.; Lewis, G.P. & Ratter, J.A. (eds.). **Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography and conservation**. CRC Press, Boca Raton
- Krejci, L.C.; Fortunato, F.F. & Corrêa, P.R.S. 1982. Pedologia: levantamento exploratório de solos. Pp. 297-460 + mapa. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SD.23 Brasília. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- Lathwell, D.J. & Grove, T.L. 1986. Soil-plant relationships in the tropics. **Annual Review of Ecology and Systematics** **17**: 1-16.
- Ledru, M-P. 1993. Late quaternary enviromental and climatic changes in central Brazil. **Quaternary Research** **39**:90-98.
- Ledru, M-P. 2002. Late quaternary history and evolution of the cerrados as revealed by palynological records. Pp. 33-50. *In*: Oliveira, P.S.; Marquis, R.J. (eds.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York, Columbia University Press.
- Ledru, M.P.; Salgado-Labouriau, M.L.; Lorscheitter, M.L. 1998. Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10,000 yr BP. **Review of Palaeobotany and Palynology** **99**: 131-142.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1997. Late quaternary palaeoclimate in the savannas of South America. **Journal of Quaternary Science** **12**(5): 371-379.
- Salgado-Labouriau, M.L.; Caseti, V.; Ferraz-Vicentini, K.R.; Martin, L.; Soubiès, F.; Suguio, K.; Turcq, B. 1997. Late Quaternary vegetational and climatic changes in cerrado and palm swamp from Central Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** **128**: 215-226.
- Leigh Jr., E.G.; Davidar, P.; Dick, C.W.; Puyravaud, J.-E.; Terborgh, J.; Steege, H.; Wright, S.J. 2004. Why do some tropical forests have so many species of trees? **Biotropica** **36**(4): 447-473.
- Leighton, M.V. & Pendexter, C. 1962. Carbonate rocks types. Pp.33-61. *In*: Ham, W.E (ed.). **Classification of carbonates rocks symposium**. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa (USA).
- Lepš, J. & Šmilauer, P. 2005. **Multivariate analysis of ecological data using CANOCO**. Cambridge University Press, Cambridge (UK).
- Lerdau, M.; Whitbeck, J. & Holbrook, N.M. 1991. Tropical dry forest: death of a biome. **Trends Ecology Evolution** **6**(7): 201-202.
- Lippmann, F. 1973. **Sedimentary carbonate minerals**. Springer-Verlag, New York.
- Lorenzi, H. 1998. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum, Nova Odessa (SP).
- Loveless, A.R. & Asprey, G.F. 1956. The dry evergreen formation of Jamaica. **Journal of Ecology** **44**: 799-822.

- Lugo, A.E. & Murphy, P.G. 1986. Nutrient dynamics of a Puerto Rican subtropical dry forest. **Journal of Tropical Ecology** ??: ???-???.
- Magalhães, G.M. 1956. Características de alguns tipos florísticos de Minas Gerais. **Revista de Biologia** (Lisboa) **1**: 76-92.
- Magalhães, G.M. & Ferreira, M.B. 1985. Vegetação da microrregião Sanfranciscana de Januária. Pp. 291-352. *In*: **Anais do Primeiro Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais**. Viçosa (MG), v. 1.
- Magnago, H.; Silva, M.T.M. & Fonzar, B.C. 1983. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo Fitogeográfico. Pp. 577-617 + mapa. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SE.22 Goiânia. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- Malavolta, E. 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Editora Agronômica Ceres, São Paulo.
- Mamede, L.; Nascimento, M.A.L.S. & Franco, M.S.M. 1981. Geomorfologia. Pp. 301-396 + mapa. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SD.22 Goiás. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- Martins, E.S.; Reatto, A.; Carvalho Jr., O.A. & Guimarães, R.F. 2006. Geomorfologia da APA de Cafuringa. Pp. 48-52. *In*: Netto, P.B.; Mecnas, V.M. & Cardoso, E.S. (eds.). **APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF**. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal, Brasília.
- Mauro, C.A.; Dantas, M.; Roso, F.A. 1982. Geomorfologia. Pp. 205-296. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SD.23 Brasília. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- McIntosh, R. 1967. The *continuum* concept of vegetation. **Botanical Review** **33**: 130-187.
- Medina, E. 1983. Adaptations of tropical trees to moisture stress. Pp. 225-237. *In*: Golley, F.B. & Medina, E. (eds.). **Tropical rain forests ecosystems: structure and function**. Springer-Verlag, New York.
- Medina, E. 1995. Life-forms diversity of high plants in Neotropical dry forests. Pp. 221-242. *In*: Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Melo-Barreto, H.L. 1942. **Regiões fitogeográficas de Minas Gerais**. Departamento Geográfico de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Miles, L.; Newton, A.; DeFries, R.S.; Ravilious, C.; May, I.; Blyth, S. Kapos, V.; Gordon, J.E. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography** **33**: 491-505.
- Misi, A. 1979. O grupo Bambuí no Estado da Bahia. Pp. 119-154. *In*: Ida, H.A.W (org.). **Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia: textos básicos**. Coordenadoria de Produção Mineral, Salvador.
- Mitchell, J.D. & Daly, D.C. 1991. *Cyrtocarpa* Kunth (Anacardiaceae) in South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **78**: 184-189.
- Mooney, H.A., Bullock, S. H. & Medina, E. 1995. Introduction. Pp. 1-8. *In*: Bullock, S. H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge.

- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 2002. **Aims and methods of vegetation ecology**. 2<sup>nd</sup> ed. Blackburn Press, Caldwell (USA).
- Murphy, P.G. & Lugo, A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics** 17: 67-88.
- Murphy, P.G. & Lugo, A.E. 1995. Dry forest of Central America and the Caribbean. Pp. 9-34. *In*: Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nascimento, A.R.T.; Felfili, J.M. & Meirelles, E.M. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decídua de encosta, Monte Alegre, Goiás, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18(3): 659-669.
- Newman, E.L. 1988. Mycorrhizal links between plants: their functioning and ecological significance. **Advances in Ecological Research** 18: 243-270.
- Nimer, E. Brandão, A.M.P.M. 1989. **Balanco hídrico e clima da região dos cerrados**. IBGE, Rio de Janeiro.
- Oliveira-Filho, A.T. 1994. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne** 1(1): 64-72.
- Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica** 32(4b): 793-810.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and wood flora of the cerrado biome. Pp. 91-120. *In*: Oliveira, P.S.; Marquis, R.J. (ed.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York.
- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Gavilanes, M.L. & Carvalho, D.A. 1994. Comparison of the woody flora and soils of six áreas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** 51(3): 355-389.
- Oliveira-Filho, A.T.; Curi, N.; Vilela, E.A. & Carvalho, D.A. 1997. Tree species distribution along soil catenas in reverside semideciduous forest in southeastern Brazil. **Flora** 192: 47-64.
- 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(3): 362-375.
- Oliveira-Filho, A.T.; Curi, N.; Vilela, E.A. & Carvalho, D.A. 2001. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in South-eastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** 58: 139-158.
- Pagano, S.N.; Leitão Filho, H.F. & Shepherd, G.J. 1987. Estudo fitossociológico em uma mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 10: 49-61.
- Palmer, M.W. 1993. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. **Ecology** 74(8): 2215-2230.
- Pedersoli, J.L. & Martins, J.L. 1972. A vegetação dos afloramentos de calcário. **Oréades** 3(5): 81-89.

- Pedrali, G. 1997. Florestas secas sobre afloramentos de calcário em Minas Gerais: florística e fisionomia. **Bios** 5(5): 81-89.
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences** 11: 1633-1644.
- Pennington, T.D. 1981. **A monograph of neotropical Meliaceae**. Organization for Flora Neotropica, New York Botanical Garden, New York. (Flora Neotropical Monograph 28).
- Pennington, T.D.; Prado, D.E. & Pendry, C.A. 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography** 27: 261-273.
- Pennington, R.T.; Lewis, G.P.; Ratter, J.A. 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry forests. Pp. 1-29. *In*: Pennington, R.T.; Lewis, G.P. & Ratter, J.A. (eds.). **Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography and conservation**. CRC Press, Boca Raton (USA).
- Pereira, B.A.S.; Mecnas, V.V.; Leite, F.Q.; Cardoso, E. S. 1996. **APA de Cafuringa: o retrato do Cerrado**. Paralelo 15, Brasília.
- Pérez-García, E.A. & Meave, J.A. 2004. Heterogeneidade of xerophytic vegetation of limestone outcrops in a tropical deciduous forest region in southern México. **Plant Ecology** 175: 147-163.
- Pitman, M.G. 1981. Ion uptake. Pp. 71-96. *In*: Paleg, L.G. & Aspinall, D. (eds.). **The physiology and biochemistry of drought resistance in plants**. Academic Press, New York.
- Polunin, N. 1971. **Introduction to plant geography: and some related sciences**. Longman, London.
- Prado, D.E. 2000. Seasonally dry forest of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. **Edinburgh Journal of Botany** 57(3): 437-461.
- Prado, D.E. & Gibbs, P.E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 80(4): 902-927.
- Radcliff-Smith, A. & Ratter, J.A. 1996. A new *Piranhea* from Brazil, and the subsumption of the genus *Celaenodendron* (Euphorbiaceae – Oldfieldioideae). **Kew Bulletin** 51: 543.
- Ramos, P.C.M. 1989. **Estudos fitossociológicos em uma floresta mesofítica semidecídua na Fercal, Brasília-DF**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília.
- Ratter, J.A. 1992. Transitions between Cerrado and forest vegetation in Brazil. Pp. 417-429. *In*: Furley, P.A.; Proctor, J. & Ratter, J.A. (eds.). **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. Chapman & Hall, London.
- Ratter, J.A.; Richards, P.W.; Argent, G. & Gifford, D.R. 1973. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. I. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition area. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B**. 226: 449-492.

- Ratter, J.A.; Askew, G.P.; Montgomery, R.F. & Gifford, D.R. 1978a. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. II. Forests and soils of the rio Suiá-Missu area. **Proceedings of the Royal Society of London, B.** **203**: 191-208.
- Ratter, J.A.; Askew, G.P.; Montgomery, R.F. & Gifford, D.R. 1978b. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** **1**(1): 47-58.
- Reatto, A.; Correia, J.R.; Spera, S.T. & Martins, E.S. 2008. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. Pp. 107-133. *In*: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados e Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Reatto, A.; Martins, E.S.; Farias, M.F.R. & Silva, A.V. 2006. Reconhecimento de alta intensidade dos solos da APA de Cafuringa. Pp. 59-65. *In*: Netto, P.B.; Mecnas, V.V. & Cardoso, E.S. (eds.). **APA de Cafuringa: a última fronteira natural do DF**. Brasília, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal.
- Reis, A.C.S. 1971. Climatologia dos cerrados. Pp. 15-25. *In*: Ferri, M.G. (coord.). **Simpósio sobre o Cerrado**. Editora da Universidade de São Paulo e Editora Edgard Blücher, São Paulo.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 87-166. *In*: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina (DF).
- Richards, P.W. 1996. **The tropical rain forest: an ecological study**. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge, Cambridge University Press.
- Rios, A.J.W. & Oliveira, V.A. 1981. Pedologia: levantamento exploratório de solos. Pp. 377-509 + mapa. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SD.22 Goiás. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- Rizzini, C.T. 1963. A flora do cerrado. Análise florística das savanas centrais. Pp. 126-177. *In*: Ferri, M.G. (org.). **Simpósio sobre o Cerrado**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rizzini, C.T. 1997. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2<sup>a</sup> ed. Âmbito Cultural Edições, Rio de Janeiro.
- Rizzini, C.T. & Heringer, E.P. 1962. **Preliminares acerca das formações vegetais e do reflorestamento no Brasil Central**. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro.
- Rizzo, J.A.; Centeno, A.J.; Lousa, J.S. & Filgueiras, T.S. 1971. Levantamento de dados em cerrado e floresta caducifólia tropical do planalto centro-oeste. Pp. 103-109. *In*: **Simpósio sobre o Cerrado**. Editora Edgard Blücher, São Paulo.
- Rodrigues, L.A. & Araújo, G.M. 1997. Levantamento florístico de uma mata decídua em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **11**(2): 229-236.
- Rodrigues, R.R.; Morellato, L.P.C.; Joly, C.A.; Leitão Filho, H.F. 1989. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófilia semidecídua, na Serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **12**: 71-84.
- Ruggiero, P.G.C.; Batalha, M.A.; Pivello, V.R. & Meirelles, S.T. 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology** **160**: 1-16.

- Salis, S.M. ; Shepherd, G.J. & Joly, C.A. 1995. Floristic comparison of mesophytic semi-deciduous forests of the interior of the state of São Paulo, southeastern Brazil. **Vegetatio** **119** : 155-164.
- Sanchez-Azofeifa, G.A.; Quesada, M.; Rodriguez, J.P.; Nassar, J.M.; Stoner, K.E.; Castillo, A.; Garvin, T.; Zent, E.L.; Calvo-Alvarado, J.C.; Kalacska, M.E.R.; Fajardo, L.; Gamon, J.A.; Cuevas-Reyes, P. 2005. Research priorities for neotropical dry forests. **Biotropica** **37**(4): 477-485.
- Sarmiento, G. 1972. Ecological and floristic convergences between seasonal plant formations of tropical and subtropical South America. **Journal of Ecology** **60**: 367-401.
- Sarmiento, G. 1992. A conceptual model relating environmental factors and vegetation formations in the lowlands of tropical South America. Pp. 583-601. *In*: Proctor, J. & Ratter J.R. (eds.). **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. Chapman & Hall, London.
- Sartori, A.L.B. & Tozzi, A.MG.A. 1998. As espécies de *Machaerium* Pers. (Leguminosae – Papilionoideae - Dalbergieae) ocorrentes no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **21**(3): 412-426.
- Sartori, A.L.B. & Tozzi, A.MG.A. 2004. Revisão taxonômica de *Myrocarpus* Allemão (Leguminosae, Papilionoideae, Sophoreae). **Acta Botanica Brasilica** **18**(3): 521-535.
- Scarano, F.R. 2007. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Brasileira de Botânica** **30**(4): 561-568.
- Scariot, A. & Sevilha, A.C. 2000. Diversidade, estrutura e manejo de florestas decíduas e as estratégias de conservação. Pp. 183-188. *In*: Cavalcanti, T.B. *et al.* (orgs.). **Tópicos atuais em Botânica**. Sociedade Botânica do Brasil e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília.
- Scariot, A. & Sevilha, A.C. 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduas no Cerrado. Pp. 121-139. *In*: Scariot, A.; Sousa-Silva, J.C. & Felfili, J.M. (Orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Schimper, A.F.W. 1903. **Plant geography upon a physiological basis**. Clarendon Press, Oxford (UK).
- Scudeller, V.V. ; Martins, F.R. & Shepherd, G.J. 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. **Plant Ecology** **152**: 185-199.
- Silva, F.C.F.; Almeida, E.F.; Salgado Filho, O. & Brazão, J.E.M. no prelo. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo Fitogeográfico. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SD.26 Belo Horizonte. IBGE, Rio de Janeiro.
- Silva, J.F.; Farinãs, M.R.; Felfili, J.M. & Klink, C.A. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography** **33**: 536-548.

- Silva, L.Á. & Scariot, A. 2003. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de uma Floresta Estacional Decídua em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos – GO, Bacia do rio Paranã). **Acta Botanica Brasilica** 17(2): 307-326.
- Silva, L.Á. & Scariot, A. 2004a. Comunidade arbórea de uma floresta estacional decídua sobre afloramentos calcários na bacia do rio Paranã. **Revista Árvore** 28(1): 61-67.
- Silva, L.Á. & Scariot, A. 2004b. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma Floresta Estacional Decídua sobre afloramentos calcários no Brasil central. **Revista Árvore** 28(1): 69-75.
- Silva, N.M.F. 1995. *Combretum* Loefling do Brasil Sudeste (Combretaceae). **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro** 32(2): 55-107.
- Silva, S.B.; Assis, J.S.; Guimarães, J.G.; Oliveira Filho, L.C. 1982. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo Fitogeográfico. Pp. 461-494 + mapa. *In*: Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. FOLHA SD.23 Brasília. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro.
- Silva Júnior, M.C. 1998. Comunidades de árvores e sua relação com solos na Mata do Pítoço, Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-DF. **Revista Árvore** 22: 29-40.
- Silva Júnior, M.C. 1999. Composição florística, fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Monjolo, Reserva Ecológica do IBGE (RECOR), DF. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** 4: 30-45.
- Silva Júnior, M.C.; Felfili, J.M.; Nogueira, P.E. & Rezende, A.V. 1998. Pp. 53-84. *In*: Ribeiro, J.F. (ed.). **Cerrado: matas de galeria**. EMBRAPA/CPAC, Planaltina (DF).
- Soares, L.C. 1953. Limites meridionais e orientais da área de ocorrência da floresta amazônica em território brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia** 15: 3-95.
- Souza, J.S.; Espírito-Santo, F.D.B.; Fontes, M.A.L.; Oliveira-Filho, A.T. & Botezelli, L. 2003. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras, MG. **Revista Árvore** 27(2): 185-206.
- 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** 191: 253-263.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para a identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum, Nova Odessa (SP).
- Stokes, W.L. 1982. **Essentials of earth history**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs (USA).
- Swaine, M.D. 1996. Rainfall and soil fertility as factors limiting forest species distribution in Ghana. **Journal of Ecology** 84: 419-428.
- Swaine, M.D. & Hall, J. 1988. The mosaic theory of forest regeneration and determination of forest composition in Ghana. **Journal of Tropical Ecology** 4: 253-269.

- ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondende analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology** **67**(5): 1167-1179.
- ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetatio** **69**(1): 69-77.
- Thomas, M.F. 1974. **Tropical geomorphology**: a study of weathering and landform development in warm climates. John Wiley & Sons, New York.
- Tilman, D. 1994. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. **Ecology** **75**: 2-16.
- Tilman, D. & S. Pacala. 1993. The maintenance of species richness in plant communities. Pp. 13-25. *In*: Ricklefs, R. & Schluter, D. (eds.). **Species Diversity in Ecological Communities**. University of Chicago Press, Chicago.
- Toledo, G. 1962. Aspectos do vale do rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geografia** **24**: 543-563.
- Torres, R.B.; Martins, F.R. & Gouvea, L.S.K. 1997. Climate, soil, and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** **20**: 41-49.
- Torti, S.D.; Coley, P.D. & Janos, D.P. 1997. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in two tropical dominant tree. **Journal Tropical Ecology** **13**: 623-629.
- Trudgill, S.T. 1985. **Limestone geomorphology**. Longman, London.
- Vanzolini, P.E. 1963. Problemas faunísticos do Cerrado. Pp. 307-329. *In*: Ferri, M.G. (ed.). **Simpósio sobre o Cerrado**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Veloso, H.P. 1948. Considerações gerais sobre a vegetação do Estado de Goiás. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **46**: 89-124.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L. & Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro.
- Vivian-Smith, G. 1997. Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. **Journal of Ecology** **85**: 71-82.
- Waibel, L. 1948. A vegetação e o uso da terra no Planalto Central. **Revista Brasileira de Geografia** **10**(3): 335-380.
- Walter, B.M.T. 2006. **Fitofisionomia do bioma Cerrado**: síntese terminológica e relações florísticas. Tese (doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília.
- Walter, H. 1971. **Ecology of tropical and subtropical vegetation**. Oliver & Boyd, Edinburgh (UK).
- Walter, H. 1986a. **Vegetation of the earth in relation to the eco-physiological conditions**. Springer-Verlag, New York.
- Walter, H. 1986b. **Vegetação e zonas climáticas** : tratado de ecologia global. Editora Pedagógica Universitária, São Paulo.
- Warming, E. 1908. **Lagoa Santa**: contribuição para a geographia phytobiologica. Trad. A. Löefgren. Imprensa Oficial do Estado de Minas Geraes, Bello Horizonte. (Tradução da edição em dinamarquês de 1892).

- Warming, E. 1909. **Oecology of plants**: an introduction to the study of plant communities. Clarendon Press, Oxford (UK).
- Weiner, J. 1988. **O planeta Terra**. Martins Fontes, São Paulo.
- Whitmore, T.C. 1997. Tropical forest disturbance, disappearance and species loss. Pp. 3-14. *In*: Laurance, W. F.; Bierregaard Jr., R. O. (eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. University of Chicago Press, Chicago.
- Whittaker, R.H. 1975. **Communities and ecosystems** (2<sup>nd</sup> ed.). Macmillan, New York.
- Willis, A.J. 1973. **Introduction to plant ecology**: a guide for beginners in the study of plant communities. George Allen & Unwin, London.
- Woodward, F.I. 1987. **Climate and plant distribution**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Woodward, F.I. & Williams, B.G. 1987. Climate and plant distribution at global and local scales. **Vegetatio** **69**: 189-199.
- Zalasiewicz, J.; Williams, M.; Smith, A. *et al.* 2008. Are we now living in the Anthropocene? **Geological Society of America Today** **18**(2): 4-8.
- Zar, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. 4<sup>th</sup> ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs (USA).
- Zhaoran, X. 1995. A study of the vegetation and floristic affinity of the limestone forest in Southern and Southwestern China. **Annals Missouri Botanical Garden** **82**: 570-580.
- Zhu, H.; Wang, H.; Li, B.; Sirisugsa, P. 2003. Biogeography and floristic affinities of the limestone flora in Southern Yunnan, China. **Annals Missouri Botanical Garden** **90**: 440-465.

## ANEXO

Lista das espécies arbóreas registradas nas quatro disjunções de Floresta Estacional Decídua amostradas em afloramentos calcários no Brasil Central, com as abreviaturas dos seus nomes científicos e as suas densidades em cada disjunção.

Famílias / Espécies	Abreviaturas	Disjunções				Total
		DF	BA	GO	MT	
<b>ANACARDIACEAE</b>						
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	Astr frax	6	2	23	34	65
<i>Cyrtocarpa caatingae</i> J.D. Mitch. & Daly	Cyrt caat	0	22	0	0	22
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Lith moll	13	0	0	0	13
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Myra urun	101	26	51	0	178
<i>Spondias mombin</i> L.	Spon momb	0	0	6	4	10
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Spon tube	0	4	0	0	4
<b>ANNONACEAE</b>						
<i>Annona montana</i> Macfad.	Anno mont	0	0	0	1	1
<i>Oxandra reticulata</i> Maas	Oxan reti	0	0	6	0	6
<i>Porcelia</i> indet.	Porc inde	1	0	0	0	1
<i>Rollinia aff. sericea</i> (R.E. Fr.) R.E. Fr.	Roll affs	0	0	0	5	5
<b>APOCYNACEAE</b>						
<i>Aspidosperma aff. tomentosum</i> Mart.*	Aspi afft	0	2	0	0	2
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	Aspi cyli	7	0	0	3	10
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	Aspi pyri	29	15	18	0	62
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Aspi subi	29	0	14	77	120
<i>Peschiera aff. histrix</i> A. DC.	Pesc affh	0	0	1	0	1
<b>ARALIACEAE</b>						
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyererm. & Frodin	Sche moro	1	0	0	0	1
<i>Sciadodendron excelsum</i> Griseb.	Scia exce	0	5	0	0	5
<b>ARECACEAE</b>						
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Acro acul	0	0	1	0	1
<i>Attalea brasiliensis</i> Glassman	Atta affm	9	0	0	0	9
<i>Attalea aff. speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Atta bras	0	0	0	8	8
<b>BIGNONIACEAE</b>						
<i>Jacaranda brasiliiana</i> (Lam.) Pers.	Jaca bras	0	0	5	3	8
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Jaca cusp	6	0	0	0	6
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	Tabe aure	0	0	0	3	3
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	Tabe chri	0	275	0	5	280
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Tabe impe	14	62	19	10	105
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Tabe rose	10	0	44	94	148
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	Tabe serr	0	0	1	0	1
<b>BURSERACEAE</b>						
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillet	Comm lept	0	14	0	0	14
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Prot hept	6	0	0	32	38
<b>CAPPARIDACEAE</b>						
<i>Capparis cynophallophora</i> L.	Capp cyno	0	12	0	0	12
<b>CELASTRACEAE</b>						
<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers) A.C. Sm.	Chei cogn	0	0	0	2	2
<i>Maytenus cf. ilicifolia</i> (Schrad.) Planch.	Mayt ilic	1	0	0	0	1
<i>Maytenus floribunda</i> Reissek	Mayt flor	5	0	0	5	10
<i>Maytenus rigida</i> Mart.	Mayt rigi	0	1	0	0	1

<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	Sala elli	0	0	0	10	10
CLUSIACEAE						0
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Kiel cori	0	0	0	2	2
COMBRETACEAE						0
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	Comb duar	0	0	167	0	167
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Comb lepr	0	0	2	0	2
<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler	Term phae	26	0	0	14	40
CONNARACEAE						0
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Conn sube	0	0	0	1	1
CORDIACEAE						0
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Steud.	Cord tric	2	1	1	0	4
DILLENIACEAE						0
<i>Curatella americana</i> L.	Cura amer	0	0	0	3	3
EBENACEAE						0
<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	Dios hisp	22	0	0	1	23
ERYTHROXYLACEAE						0
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	Eryt deci	0	1	0	2	3
EUPHORBIACEAE						0
<i>Cnidoscopus bahianus</i> (Ule) Pax & K. Hoffm.	Cnid baya	0	3	0	0	3
<i>Cnidoscopus oligandrus</i> (Müll. Arg.) Pax	Cnid olig	0	14	0	0	14
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Jatr moll	0	2	0	0	2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Mabe fist	0	0	0	3	3
<i>Manihot aff. piauyense</i> Ule	Mani affp	0	5	0	0	5
<i>Piranhea securinaga</i> Radcl.-Sm. & Ratter	Pira secu	0	65	0	0	65
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Seba bras	5	0	0	0	5
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Sapi glan	0	8	0	0	8
FABACEAE						0
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Acac poly	19	48	0	0	67
<i>Acacia tenuifolia</i> (L.) Willd.	Acac tenu	0	0	4	62	66
<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	Acos sube	0	0	0	3	3
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Albi niop	2	0	0	0	2
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Anad colu	56	18	4	35	113
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Anad pere	0	0	11	0	11
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr	Apul leio	2	0	0	0	2
<i>Bauhinia longifolia</i> D. Dietr.	Bauh long	19	0	0	0	19
<i>Bauhinia membranacea</i> Benth.	Bauh memb	0	3	7	0	10
<i>Bauhinia pentandra</i> (Bong.) Vogel ex Steud.	Bauh pent	0	0	1	0	1
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Bauh rufa	4	0	0	37	41
<i>Caesalpinia pluviosa</i> DC. var. <i>sanfranciscana</i> G.P.Lewis	Caes pluv	0	9	0	0	9
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Caes pyra	0	4	0	0	4
<i>Cenostigma aff. macrophyllum</i> Tul.	Ceno affm	0	14	0	0	14
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemin ex Benth.	Cent tome	21	0	0	0	21
<i>Chloroleucon tenuiflorum</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	Chlo tenu	0	0	2	0	2
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copa lang	1	0	0	1	2
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Dipt alat	0	0	0	5	5
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Ente cont	2	2	1	1	6
<i>Erytrina verna</i> Vell.	Eryt vern	12	0	5	0	17
<i>Goniorrhachis marginata</i> Taub.	Goni marg	0	6	0	0	6
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Hyme cour	0	0	0	7	7
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Inga alba	3	0	0	1	4
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Inga cyli	4	0	0	1	5
<i>Inga vera</i> Willd.	Inga vera	9	0	0	0	9
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.Z. Tozzi e	Lonc cult	8	0	0	0	8

## H.C. Lima

<i>Lonchocarpus montanus</i> A.M.G. Azevedo	Lonc mont	0	0	16	0	16
<i>Lonchocarpus aff. montanus</i>	Lonch affm	0	15	0	0	15
<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	Luet auri	0	5	0	0	5
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Mach acut	0	0	20	0	20
<i>Machaerium aff. villosum</i> Vog.	Mach affv	0	10	0	0	10
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	Mach bras	43	0	2	0	45
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Mach hirt	8	0	0	5	13
<i>Machaerium scleroxylum</i> Tul.	Mach scle	0	0	9	0	9
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Mach stip	0	0	17	0	17
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Mach vill	18	0	0	0	18
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Myro fron	26	0	0	0	26
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	Plat regn	10	0	0	0	10
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	Plat flor	15	0	0	0	15
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Plat eleg	0	0	1	19	20
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	Sama tubu	0	0	1	0	1
<i>Swartzia acutifolia</i> Vogel	Swar acut	3	0	1	0	4
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	Swee fru	8	0	0	0	8
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Vata macr	0	0	0	4	4
LAURACEAE						0
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	Ocot acip	0	0	0	1	1
<i>Ocotea cf. corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Ocot cory	1	0	0	0	1
<i>Persea fusca</i> Mez	Pers fusc	1	0	0	0	1
LECYTHIDACEAE						0
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Cari estr	4	0	0	0	4
LYTHRACEAE						0
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Lafo paca	0	2	0	0	2
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	Phys scab	0	0	0	2	2
MALPIGHIACEAE						0
<i>Banisteriopsis</i> indet.	Malp nide	0	103	0	0	103
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Byrs cocc	0	0	0	1	1
<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	Byrs cras	0	0	0	4	4
MALVACEAE						0
<i>Apeiba tiburou</i> Aubl.	Apei tibo	1	0	0	3	4
<i>Cavanillesia arborea</i> (Willdenow) K. Schum.	Cava arbo	0	11	2	0	13
<i>Ceiba pubiflora</i> (A. St.-Hil.) K. Schum	Ceib publi	5	8	0	0	13
<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum) A. Robyns	Erio cand	1	0	0	0	1
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Erio grac	0	0	1	0	1
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guaz ulmi	30	0	23	10	63
<i>Luehea candicans</i> Mart.	Lueh cand	0	0	0	4	4
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Lueh diva	1	0	0	17	18
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Lueh gran	8	0	0	0	8
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns	Pseu marg	0	9	0	0	9
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) Robyns	Pseu tome	1	0	28	15	44
<i>Sterculia cf. apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Ster cfap	0	0	0	19	19
<i>Sterculia striata</i> A. St.-Hil. & Naudin	Ster stri	8	13	11	0	32
MELIACEAE						0
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedr fiss	20	0	0	1	21
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Guar guid	1	0	0	0	1
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Tric cati	3	0	0	0	3
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Tric eleg	13	0	0	0	13
<i>Trichilia hirta</i> L.	Tric hirt	1	0	0	22	23

<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Tric pall	9	0	0	0	9
MELASTOMATACEAE						0
<i>Miconia cuspidata</i> Mart. ex Naudin	Mico cusp	3	0	0	0	3
MORACEAE						0
<i>Ficus gardneriana</i> (Miq.) Miq.	Ficu gard	1	0	0	0	1
<i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham.	Ficu guia	0	0	0	3	3
<i>Ficus pertusa</i> L. f.	Ficu pert	1	0	0	0	1
<i>Ficus trigona</i> L. f.	Ficu trig	9	0	0	2	11
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Macl tinc	9	0	3	1	13
MYRSINACEAE						0
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Myrs cori	1	0	0	0	1
MYRTACEAE						0
<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O. Berg	Camp velu	42	0	1	0	43
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Camp xant	0	0	4	0	4
<i>Eugenia florida</i> DC.	Euge flor	4	0	0	0	4
<i>Eugenia stictosepala</i> Kiaersk.	Euge stic	2	0	0	0	2
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	Myrc rost	10	0	0	0	10
<i>Myrcia sellowiana</i> O. Berg	Myrc sell	1	0	0	1	2
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Myrc tome	3	0	0	7	10
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Ber) Nied.	Psid sart	11	0	2	2	15
<i>Siphoneugena densiflora</i> O. Berg	Siph dens	3	0	0	0	3
NYCTAGINACEAE						0
<i>Guapira aff. paraguayensis</i> (Heimerl) Lundell	Guap affp	0	0	1	1	2
OLACACEAE						0
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	Scho bras	1	0	0	0	1
<i>Ximения americana</i> L.	Xime amer	0	5	12	0	17
OPILIACEAE						0
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hooker f.	Agon bras	2	0	0	0	2
PIPERACEAE						0
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Pipe arbo	2	0	0	0	2
POLYGONACEAE						0
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	Trip gard	0	40	3	0	43
PROTEACEAE						0
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Roup mont	0	0	0	1	1
RHAMNACEAE						0
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Rham elae	29	0	23	14	66
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Zizi joaz	0	1	0	0	1
RUBIACEAE						0
<i>Alibertia macrophylla</i> K. Schum.	Alib macr	6	0	2	9	17
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Benth & Hook. f.	Cous hydr	0	0	0	6	6
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	Cout hexa	26	0	0	0	26
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	Guet vibu	19	0	9	19	47
<i>Ixora longifolia</i> G. Don	Ixor long	0	0	0	1	1
<i>Simira sampaioana</i> (Standl.) Steyererm.	Simi samp	0	10	0	0	10
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	Toco form	2	0	4	0	6
RUTACEAE						0
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Esen gran	1	0	0	0	1
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Zant rhoi	0	0	0	1	1
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Zant ried	0	0	2	4	6
SALICACEAE						0
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	Case gran	0	0	1	0	1

<i>Casearia rupestris</i> Eichler	Case rupe	88	0	96	34	218
<i>Casearia silvestrys</i> Sw.	Case silv	0	0	0	9	9
SAPINDACEAE						
<i>Allophylus sericeus</i> Radlk.	Allo seri	52	0	0	0	52
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Cupa vern	7	0	0	0	7
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Dilo bipi	33	0	37	31	101
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	Mago pube	0	0	0	12	12
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Mata guia	1	0	0	10	11
<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Tali escu	0	0	2	0	2
SAPOTACEAE						
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Chry marg	1	0	0	0	1
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	Pout gard	4	0	0	0	4
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Pout rami	0	0	0	17	17
SIMAROUBACEAE						
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Sima amar	0	0	0	2	2
ULMACEAE						
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Celt igua	80	0	2	3	85
URTICACEAE						
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Cecr pach	1	3	0	5	9
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich.ex Griseb.	Urer cara	25	0	0	3	28
VERBENACEAE						
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	Aloy virg	15	2	0	0	17
<i>Lippia</i> indet.	Lipp inde	0	1	0	0	1
VOCHYSIACEAE						
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Call fasc	0	0	4	15	19
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Qual mult	0	0	0	1	1
<b>Total</b>		<b>1189</b>	<b>881</b>	<b>734</b>	<b>816</b>	<b>3620</b>