

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**ANÁLISE FLORÍSTICO-ESTRUTURAL E RELAÇÕES  
COM O AMBIENTE EM ÁREA DE ECÓTONO  
FLORESTA ESTACIONAL-CERRADO *SENSU STRICTO*  
NO ESTADO DO TOCANTINS**

**GABRIEL VARGAS MENDONÇA**

**ORIENTADOR(A): PROF. DRA. ALBA VALÉRIA REZENDE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**PUBLICAÇÃO: PPGEFL.DM – 186/12**

**BRASÍLIA-DF: JULHO – 2012**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**ANÁLISE FLORÍSTICO-ESTRUTURAL E RELAÇÕES COM O AMBIENTE  
EM ÁREA DE ECÓTONO FLORESTA ESTACIONAL-CERRADO *SENSU  
STRICTO* NO ESTADO DO TOCANTINS**

**GABRIEL VARGAS MENDONÇA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Alba Valéria Rezende (Departamento de Engenharia Florestal, UnB);  
(Orientadora)**

---

**Prof. Dr. Bruno Machado Teles Walter (EMBRAPA);  
(Examinador externo)**

---

**Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho (Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF);  
(Examinador externo)**

---

**Prof. Dr. Reginaldo Sérgio Pereira (Departamento de Engenharia Florestal, UnB);  
(Examinador suplente)**

**Brasília/DF, 12 de julho de 2012.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

M539a	Mendonça, Gabriel Vargas. Análise florístico-estrutural e relações com o ambiente em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> no estado do Tocantins/ Gabriel Vargas Mendonça. - - 2012. xiv, 71 f. : il. ; 30 cm. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, 2012. Inclui bibliografia. Orientação: Alba Valéria Rezende. 1. Cerrados. 2. Florestas. 3. Solos. I. Rezende, Alba Valéria. II. Título. CDU 502.34/ .36(216)
-------	--

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MENDONÇA, G. V. (2012). Análise florístico-estrutural e relações com o ambiente em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* no Estado do Tocantins. Dissertação de mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM-186/12, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 71p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Gabriel Vargas Mendonça.

TÍTULO: Análise florístico-estrutural e relações com o ambiente em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* no Estado do Tocantins.

GRAU: Mestre

ANO: 2012

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Gabriel Vargas Mendonça  
SQS 107 Bloco K Apartamento 105  
70.346-110. Brasília– DF – Brasil.  
Tel: (55-31) 9406-5329/(55-38) 3671-1329  
gabriel.gvm@gmail.com

*“Tudo é uma questão de manter a mente quieta,  
a espinha ereta  
e o coração tranquilo”  
Walter Franco*

***DEDICATÓRIA***

*Aos meus pais, família e amigos.*

*Muito obrigado por tudo!*

## AGRADECIMENTOS

À Deus.

Aos meus pais, Roberto e Rose, que sempre me apoiaram, pelo exemplo, amor e motivação.

Ao meu irmão, Mateus, à minha avó Dorzinha e à minha madrinha Laurinha, pela energia positiva e apoio ao longo dessa caminhada.

À minha namorada, Ana Clara, pelo companheirismo.

À minha orientadora Dra. Alba Valéria Rezende, pelos ensinamentos ao longo deste período de convivência e pelas horas dedicadas à correção e elaboração da dissertação.

Ao Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho e ao Dr. Bruno Machado Teles Walter por aceitarem participar da banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Reginaldo, Pedro e Chiquinho pelo auxílio nas questões administrativas ligadas ao programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais.

Aos senhores Édson Cardoso e Juraci pela ajuda na coleta de dados e experiências passadas em campo.

Ao amigo Raul Silvestre, pela parceria em campo, essencial durante a coleta de dados.

Aos amigos da Engenharia Florestal Renato Lôbo, Gabriel Damasco, Vicente Arcela, Rodolfo Oliveira, Leandro Salles, Gabriel Zanatta, Éder Pereira, Lívia Helena, Fernanda Coelho, Thiago Ayres, Thiago Ungaretti, Irving Silveira, Henrique Mews, Gean Paia, Pedro Henrique, entre outros, pela amizade e pela experiência acadêmica e profissional, imprescindíveis para minha formação.

À todos os professore(a)s e funcionário(a)s da Universidade de Brasília, que contribuíram direta e indiretamente para a minha formação.

Ao proprietário Sr. Zito, por permitir acesso à área estudada que se localiza dentro de sua propriedade rural.

À escalada, estilo de vida que sempre proporcionou contato direto com a natureza.

Aos momentos acadêmicos, geralmente colocados em pauta por Rodolfo de Paula, Matheus Siqueira e Vicente Arcela, essenciais para longas e produtivas discussões.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida e ao CNPq pelo apoio financeiro para a realização da pesquisa.

## RESUMO

### ANÁLISE FLORÍSTICO-ESTRUTURAL E RELAÇÕES COM O AMBIENTE EM ÁREA DE ECÓTONO FLORESTA ESTACIONAL-CERRADO *SENSU STRICTO* NO ESTADO DO TOCANTINS

**Autor:** Gabriel Vargas Mendonça

**Orientadora:** Alba Valéria Rezende

**Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais**

**Brasília, julho de 2012.**

Este estudo teve como objetivo conhecer a composição florística, a estrutura e as relações entre a comunidade arbustivo-arbórea e os fatores ambientais em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no sudeste do Estado do Tocantins. Foram estabelecidas 50 parcelas permanentes de 20 x 20 m, distribuídas em 3 transectos perpendiculares ao gradiente. Em cada parcela foram registrados todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito (DAP)  $\geq 5,0$  cm e coletadas amostras compostas de solos nas profundidades de 0 - 10 cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm. Dados referentes ao solo e à declividade foram correlacionados com a vegetação através de técnicas de análise multivariada, visando identificar padrões de distribuição das espécies em função da heterogeneidade ambiental. Na amostragem total (2 ha) foram encontradas 26 famílias, 57 gêneros e 70 espécies, distribuídas em 2.627 indivíduos, além de 148 indivíduos mortos (5,3%). A comunidade apresentou diversidade de espécies ( $H'$ ) igual a 3,41 e equabilidade ( $J'$ ) igual a 0,80. A análise fitossociológica mostrou que as espécies mais importantes na área de ecótono foram *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Callisthene fasciculata* Mart. e *Dilodendron bipinnatum* Radlk. A primeira divisão da análise TWINSpan (autovalor 0,32) separou dois grandes grupos de parcelas com espécies preferenciais as duas fitofisionomias que se contatam na área de estudo. A análise de correspondência canônica (CCA) detectou relação significativa entre a vegetação e os fatores ambientais analisados ( $p < 0,05$ ), explicando parte da distribuição espacial das espécies. Espécies típicas de floresta estacional decidual ocorreram preferencialmente em solos ricos em Ca e Mn, enquanto espécies típicas de cerrado *sensu stricto* geralmente ocorreram em solos com altos teores de Fe e baixa saturação por bases.

**Palavras chaves:** Mata estacional, Cerrado, áreas de transição, fragmentação, solos.

## ABSTRACT

### FLORISTIC-STRUCTURAL ANALYSIS AND RELATIONS WITH THE ENVIRONMENT IN SAVANNA-FOREST TRANSITION AREA, TOCANTINS, BRAZIL.

**Author:** Gabriel Vargas Mendonça

**Supervisor:** Alba Valéria Rezende

**Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais  
Brasília, July 2012.**

This study aimed to understand the floristic composition, structure and community relations with environmental factors, in an ecotone area in the southeast of Tocantins State, Brazil. Were established 50 permanent plots of 20 x 20 m, distributed in 3 transects perpendicular to the gradient. In each plot were recorded all trees with a diameter at breast height (DBH)  $\geq 5,0$  cm and soil samples collected at depths 0-10 cm, 20-30 cm and 40-50 cm. A detailed topographical survey was carried out on the sampled area. Data relating soil were correlated with vegetation through multivariate analysis techniques, to identify patterns of species distribution as a function of environmental heterogeneity. In the total sample (2 ha) were found 26 families, 57 genera and 70 species in 2627 individuals, and 148 individuals died (5,3%). The community had species diversity ( $H'$ ) equal to 3,41 and equability ( $J'$ ) of 0,80. A phytosociological analysis showed that the most important species in the area were *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Callisthene fasciculata* Mart. and *Dilodendron bipinnatum* Radlk. The first division of the TWINSPAN analysis (eigenvalue 0,32) separated two large groups of plots with species preferred the two vegetation types that contact in the study area. A canonical correspondence analysis (CCA) found a significant relationship between vegetation and environmental factors analyzed ( $p < 0,05$ ), explaining part of the spatial distribution of species. Typical species of deciduous forest occurred mainly in soils rich in Ca and Mn, while typical species of cerrado *sensu stricto* generally occurred in soils with high levels of Fe and low base saturation.

**Keywords:** Dry forest, Cerrado, transition area, fragmentation, soil.

# SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1 – BIOMA CERRADO .....	4
2.2. – FLORESTAS ESTACIONAIS (MATAS SECAS).....	6
2.2.1 - Origem, caracterização e distribuição.....	6
2.2.2 - Ocupação e impacto.....	8
2.3 – FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL .....	9
2.4 - FLORESTAS DE TRANSIÇÃO .....	11
2.5 – FATORES AMBIENTAIS E A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS NO BIOMA CERRADO.....	13
3 – ANÁLISE FLORÍSTICO-ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO ARBUSTIVO- ARBÓREA EM ÁREA DE ECÓTONO FLORESTA ESTACIONAL-CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> NO MUNICÍPIO DE TAGUATINGA, TOCANTINS .....	15
3.1 – INTRODUÇÃO .....	15
3.2 – OBJETIVO .....	17
3.2.1 – Objetivos específicos.....	17
3.3 – MATERIAIS E MÉTODOS .....	17
3.3.1 - Descrição da área de estudo.....	17
3.3.2 – Coleta de dados .....	21
3.3.3 - Análise de Dados .....	23
3.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
3.4.1 – Esforço amostral.....	29
3.4.2 – Florística da vegetação arbórea .....	31
3.4.3 – Estrutura da vegetação arbórea .....	35
3.4.4 – Discussão.....	40
3.5 – CONCLUSÕES .....	42

4 – FATORES AMBIENTAIS E A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM ÁREA DE ECÓTONO FLORESTA ESTACIONAL-CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> NO MUNICÍPIO DE TAGUATINGA, TOCANTINS .....	44
4.1 – INTRODUÇÃO .....	44
4.2 – OBJETIVO .....	46
4.3 – MATERIAIS E MÉTODOS .....	46
4.3.1 - Descrição da área de estudo .....	46
4.3.2 – Coleta de Dados .....	47
4.3.3 – Análise de Dados.....	49
4.4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.4.1 – Propriedades físicas e químicas do solo.....	53
4.4.2 – Caracterização da rochosidade e declividade.....	56
4.4.3 – Relação vegetação x fatores ambientais.....	57
4.4.4 – Discussão geral.....	68
4.5 – CONCLUSÕES .....	70
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1</b> - Estimadores dos parâmetros da comunidade amostrada considerando as variáveis densidade e área basal, em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> no Município de Taguatinga/TO.....	29
<b>Tabela 3.2</b> - Lista da flora arbustivo-arbórea ( $DAP \geq 5,0$ cm) amostrada no fragmento em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> (50 parcelas de 20 x 20 m) no Município de Taguatinga, Estado do Tocantins. Nomes científicos com autores ordenados alfabeticamente, por família botânica, seguido na segunda coluna por seu nome popular na região.....	32
<b>Tabela 3.3</b> – Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbórea em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> no Município de Taguatinga/TO. Parâmetros fitossociológicos organizados em ordem decrescente de IVI. DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; IVI = índice de valor de importância.....	36
<b>Tabela 3.4</b> – Resumo de informações florísticas e quantitativas das comunidades arbóreas em florestas estacionais e formações savânicas do bioma Cerrado.....	41
<b>Tabela 4.1</b> – Média, valores máximo e mínimo e coeficiente de variação (CV%) das propriedades químicas e físicas do solo coletado nas profundidades de 0 - 10 cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm, em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga/TO.....	54
<b>Tabela 4.2</b> – Análise de variância dos fatores ambientais que apresentaram diferenças significativas nas três diferentes profundidades de solo analisadas. FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = valor F calculado.....	56
<b>Tabela 4.3</b> – Correlação entre as características ambientais e as variáveis densidade e área basal, considerando as três profundidades de solos analisadas. Em destaque as correlações maiores.....	57

<b>Tabela 4.4</b> – Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais previamente selecionadas e os dois primeiros eixos do diagrama de ordenação da Análise dos Componentes Principais (PCA) para a comunidade arbórea amostrada no fragmento de área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no sudeste do Estado do Tocantins. Em negrito estão destacadas as correlações mais significativas ( $\geq \pm 0,7$ ).....	61
<b>Tabela 4.5</b> – Síntese dos resultados da CCA, considerando a densidade de espécies e as variáveis ambientais selecionadas para análise, nas profundidades de 0 - 10cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm do solo, para a comunidade arbórea amostrada do fragmento de área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no sudeste do Estado do Tocantins.....	62
<b>Tabela 4.6</b> – Correlação entre a rochividade, declividade e características químicas do solo nas profundidades de 0 - 10cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm, com os dois primeiros eixos de ordenação da CCA, em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no sudeste do Estado do Tocantins. Em negrito, as correlações mais significativas.....	63

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> – Representação do bioma Cerrado entre duas áreas secas (Chaco e Caatinga) e duas áreas úmidas (Floresta Amazônica e Atlântica). Fonte: Silva & Bates (2002).....	5
<b>Figura 2.2</b> – Representação da cobertura original e dos remanescentes de vegetação do bioma Cerrado até o ano de 2008. Fonte: Instituto Cerrado e Sociedade (2011).....	10
<b>Figura 2.3</b> – Representatividade das áreas de transição savana-floresta no bioma Cerrado. Fonte: Silva & Bates (2002).....	13
<b>Figura 3.1</b> – Localização da área de estudo, em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga, região sudeste do Estado do Tocantins.....	18
<b>Figura 3.2</b> – Evidência de distúrbios causados pelo corte seletivo de madeiras e pela ocorrência de fogo, em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga/TO.....	20
<b>Figura 3.3</b> – Presença de afloramentos calcários em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga/TO.....	20
<b>Figura 3.4</b> – Curva espécie-área e curva platô das espécies arbóreas amostradas em um fragmento de área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga/TO.....	30
<b>Figura 3.5</b> – Distribuição diamétrica das árvores amostradas no fragmento em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga/TO.....	38
<b>Figura 3.6</b> - Distribuição das alturas das árvores amostradas no fragmento em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga/TO.....	39
<b>Figura 4.1</b> – Representação esquemática das 3 sub-amostras (em vermelho) onde as coletas de solos foram realizadas em cada parcela (400 m <sup>2</sup> ), em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga/TO.....	48
<b>Figura 4.2</b> – Procedimento de coleta (a) e perfil (b) de solos em unidade amostral em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga/TO.....	48

<b>Figura 4.3</b> – Dendrograma de classificação hierárquica (TWINSPAN) das unidades amostrais em dois grupos principais com espécies preferenciais, caracterizando a área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no Município de Taguatinga/TO.....	59
<b>Figura 4.4</b> – Diagrama de ordenação, gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a profundidade de 0 - 10cm, com a posição das 50 parcelas amostradas em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no sudeste do Estado do Tocantins, em relação à direção e magnitude das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação.....	64
<b>Figura 4.5</b> – Diagrama de ordenação, gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a profundidade de 0 - 10cm, com a posição das 70 espécies amostradas em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no sudeste do Estado do Tocantins, em relação à direção e magnitude das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação. Obs.: O nome das espécies está representado pelas quatro primeiras letras do gênero e as três primeiras letras do epíteto.....	65
<b>Figura 4.6</b> – Diagrama de ordenação, gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a profundidade de 40 - 50 cm, com a posição das 50 parcelas amostradas em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no sudeste do Estado do Tocantins, em relação à direção e magnitude das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação.....	66
<b>Figura 4.7</b> – Diagrama de ordenação, gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a profundidade de 40 - 50 cm, com a posição das 70 espécies amostradas em área de ecótono floresta estacional-cerrado <i>sensu stricto</i> , no sudeste do Estado do Tocantins, em relação à direção e magnitude das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação. Obs.: O nome das espécies está representado pelas quatro primeiras letras do gênero e as três primeiras letras do epíteto.....	67

## 1 - INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com a classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992), as áreas de transição ou de tensão ecológica representam aquelas regiões onde há uma mistura de elementos florísticos entre duas formações adjacentes, geralmente na interface entre diferentes tipos de ecossistemas e/ou biomas submetidos ou não às pressões antrópicas (MACHADO *et al.*, 2004). A existência dessas áreas está relacionada aos processos históricos de contração e expansão dos ecossistemas brasileiros, resultantes das mudanças climáticas ocorridas no passado (AB'SÁBER, 1977; WHITMORE & PRANCE, 1987; PRADO & GIBBS, 1993; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 1995, SILVA, 1995).

No continente sul-americano, estudos em vegetações tropicais (KUCHLER, 1980; DALY & MITCHEL, 2000) revelaram a ocorrência de áreas de transição entre as formações úmidas, como a Floresta Amazônica, e as formações secas, que se estendem desde a Caatinga, no nordeste do Brasil, até a região dos Andes, ocorrendo no nordeste da Colômbia e da Venezuela, na região oeste do Peru e do Equador e no Chaco argentino (HOFFMANN & FRANCO, 2008). Já as áreas de contato entre formações florestais e formações savânicas são comuns no Cerrado do Brasil Central (EITEN, 1972; IBGE, 1992; RIBEIRO & WALTER, 2008) e suportam considerável parte da biodiversidade nos Trópicos (MMA, 2011).

As áreas de transição brasileiras chegam a ser bastante expressivas (IBGE, 1992; DALY & MITCHEL, 2000), onde existem enclaves de vegetação de Cerrado em outros domínios de vegetação (MACHADO *et al.*, 2004), como no Estado de Roraima, Amapá, Amazonas (Campos de Humaitá), Rondônia (Serra dos Pacaás Novos), Pará (Serra do Cachimbo), Bahia (Chapada Diamantina) e à oeste dos Estados de São Paulo e Paraná. Além destas, outras áreas de contato entre diferentes tipos fisionômicos ocorrem ao longo do bioma Cerrado, com destaque para o Estado do Tocantins (IBGE, 1992). Este Estado se destaca por ainda possuir considerável área remanescente de vegetação nativa (SANO *et al.*, 2008).

Até o presente momento, poucas pesquisas foram realizadas ao longo das faixas de transição e áreas de ecótonos brasileiras (IVANAUSKAS, 2002; KUNZ *et al.*, 2009;

MENDES *et al.*, 2010). Assim, a condução de levantamentos florísticos, o conhecimento da estrutura da vegetação e a determinação de padrões de distribuição das espécies são fundamentais para a conservação e manutenção desses ecossistemas (FELFILI *et al.*, 2011), já que estes ambientes não possuem um limite definido, mas detêm uma biodiversidade extremamente alta e elevado endemismo de espécies (MMA, 2011).

Os limites entre florestas e savanas são sistemas dinâmicos, submetidos a longos regimes de perturbação (SILVA *et al.*, 2008) e, provavelmente, serão bastante influenciados pelas futuras mudanças climáticas (SALAZAR *et al.*, 2007). As atividades antrópicas contribuem com essa dinâmica através do desmatamento e aumento da frequência de queimadas (DURIGAN & RATTER, 2006). A resposta desses ecótonos às mudanças climáticas e aos diferentes tipos de distúrbios depende muito das características de cada região, onde estudos comparativos contribuirão na compreensão destes padrões fitogeográficos.

No Brasil, a fragmentação pode ser observada no bioma Cerrado. Grande parte da sua vegetação original já foi completamente destruída (MACHADO *et al.*, 2004; SANO *et al.*, 2007; SANO *et al.*, 2008), e a metade das suas áreas remanescentes encontra-se bastante alterada, podendo não mais servir à conservação da biodiversidade (MACHADO *et al.*, 2004). As transformações ocorridas trazem grandes danos ambientais, tais como degradação de ecossistemas, fragmentação de habitats, extinção de espécies, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e, possivelmente, modificações climáticas regionais (MMA, 2011).

Os fragmentos florestais representam mosaicos de manchas em distintos estados de conservação e sucessão (WHITMORE, 1978; WERNECK *et al.*, 2000), sendo necessário reconstituir ao máximo a história da vegetação local para um melhor entendimento da distribuição das espécies ao longo do bioma. Neste cenário, buscam-se subsídios técnicos para evitar a fragmentação e preservar a manutenção de corredores ecológicos e das áreas de transição entre diferentes fisionomias no Brasil Central.

Na região do presente estudo, no município de Taguatinga, Estado do Tocantins, ao longo das bacias do Rio Paranã e do Rio Palma, há extensa área contato entre formações florestais estacionais e formações savânicas, ambas do bioma Cerrado (IBGE, 1992), cuja vegetação ainda é pouco conhecida. Essa situação se agrava já que os remanescentes florestais do Estado influenciam significativamente na manutenção do clima regional, na intensidade das secas e na inibição de incêndios acidentais e, em contrapartida, são os mais ameaçados pelas ações antrópicas (SANO *et al.*, 2008; SEPLAN, 2011).

As duas fitofisionomias do bioma que se contatam na área estudada são o cerrado *sensu stricto*, formação mais comum na região do Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 2008), e a floresta estacional decidual (mata seca decídua), marcada pela sazonalidade climática (PEREIRA *et al.*, 2011). Apesar das formações savânicas serem as fisionomias predominantes no Cerrado, um mosaico de regiões de transição savana-floresta corresponde a aproximadamente 24% da área do bioma (SILVA & BATES, 2002).

Diante da dificuldade de um mapeamento detalhado das áreas de transição entre diferentes tipos de vegetação, as análises de ordenação e agrupamento podem ser imprescindíveis para conhecer a fitogeografia da vegetação arbustivo-arbórea nessas áreas (KUNZ *et al.*, 2009). Tais análises facilitam o entendimento fitogeográfico brasileiro e avaliam as semelhanças e as diferenças na composição de diversas comunidades vegetais, identificando possíveis correlações com variáveis ambientais (MEIRA-NETO & MARTINS, 2002). Além disso, estudos dessa natureza são úteis na avaliação da heterogeneidade ambiental (CARVALHO & FELFILI, 2011), apresentando grande aplicação na definição de ecossistemas de referência em projetos de recuperação florestal (KUNZ *et al.*, 2009).

Este estudo está inserido na Rede de Parcelas Permanentes dos biomas Cerrado e Pantanal. A Rede monitora as formações vegetais dos biomas e visa o conhecimento do padrão e da dinâmica de crescimento dessas diferentes formações, desenvolvimento de modelos de utilização adequados e definição de técnicas para o monitoramento da vegetação.

Além de abordar aspectos florísticos e estruturais da vegetação, este trabalho avaliou a influência de fatores ambientais na distribuição da comunidade arbustivo-arbórea em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no Município de Taguatinga/TO. A dissertação conta com dois capítulos principais: análise florístico estrutural e correlação da vegetação com fatores ambientais.

## **2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

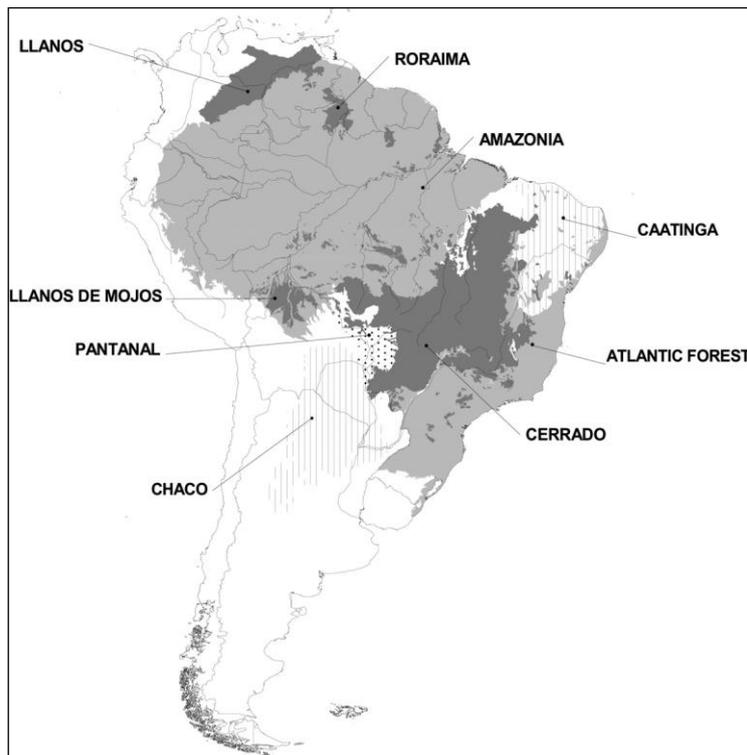
### **2.1 – BIOMA CERRADO**

Savana é uma formação vegetacional que compreende um estrato graminoso contínuo, usualmente com a presença de árvores e/ou arbustos, exibindo características estruturais e funcionais similares (COLE, 1986). Para Ribeiro & Walter (2008), as savanas incluem comunidades de composição florística variável em áreas com árvores e arbustos espalhados, sem a formação de um dossel contínuo.

O Cerrado é uma Savana floristicamente rica (WALTER *et al.*, 2008). Contudo, alguns cientistas defendem uma proposta de separar o conceito de Cerrado do conceito de Savana (EITEN, 1972), já que o bioma é formado por um mosaico de comunidades pertencentes a um gradiente de formações ecologicamente relacionadas (COUTINHO, 2006).

Considerada a segunda maior formação vegetal do Brasil, o Cerrado apresenta grande diversidade fisionômica e florística. Suas fisionomias são classificadas em florestais (cerradão, matas secas, mata de galeria e mata ciliar), savânicas (cerrado *sensu stricto*, parque de cerrado, palmeirais e vereda) ou campestres (campo limpo, campo sujo e campo rupestre) (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Com enorme riqueza florística, sendo inclusive considerado como a flora mais rica entre as savanas mundiais (EITEN, 1994; KLINK, 1996; RIBEIRO & WALTER, 2008), o Cerrado destaca-se por sua biodiversidade em função da sua extensão (Figura 2.1), da sua heterogeneidade vegetal e, também, por conter trechos das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (KLINK, 1996).



**Figura 2.1** – Representação do bioma Cerrado entre duas áreas secas (Chaco e Caatinga) e áreas úmidas (Pantanal, Floresta Amazônica e Atlântica). Fonte: SILVA & BATES (2002).

O Cerrado *sensu lato* é fisionômica, ecológica e floristicamente relacionado aos arvoredos e savanas mais úmidas e distróficas de outros continentes, com uma camada lenhosa influenciada em altura e densidade por aspectos de fertilidade, profundidade do solo sob a rocha mãe e grau de saturação do solo superficial, além de fatores como fogo, clima, antropismo e herbivoria (EITEN, 1994). Já o cerrado *sensu stricto* ou sentido restrito, fitofisionomia mais comum ao longo do bioma, foi caracterizado por Ribeiro & Walter (2008) pela presença de árvores baixas, com ramificações torcidas e irregulares, incluindo também arbustos e subarbustos espalhados em meio ao estrato herbáceo.

## **2.2. – FLORESTAS ESTACIONAIS (MATAS SECAS)**

### **2.2.1 - Origem, caracterização e distribuição**

No continente sul-americano, as formações vegetais estacionais ocorrem em fragmentos e são encontradas principalmente nas regiões Nordeste e Central do Brasil, no Nordeste argentino e no Sudeste boliviano (SALIS *et al.*, 2004), sendo consideradas como formações residuais de climas secos do Pleistoceno (PRADO & GIBBS, 1993). No Brasil, essas formações ocorrem geralmente como faixas transicionais estreitas e descontínuas, separando as florestas pluviais perenifólias e semidecíduas Amazônicas e Atlânticas das savanas do Cerrado e da Caatinga (IBGE, 1992). As florestas estacionais possuem características de descontinuidade, sendo entremeadas por áreas de Cerrado, em diferentes fitofisionomias, campos rupestres e raras formações campestres (LEITÃO-FILHO, 1987; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002).

Rizzini (1963) definiu floresta estacional como a vegetação que ocorre no Brasil Central e que se assemelha com a caatinga arbórea na estação seca. Para Prado & Gibbs (1993), estas florestas representam um remanescente natural da floresta contínua, que era interligada às Caatingas do nordeste brasileiro e aos Chacos argentinos (Figura 2.1).

De acordo com o conceito do IBGE (1992), as florestas estacionais são caracterizadas por apresentarem duas estações climáticas distintas bem definidas, uma chuvosa seguida de longo período seco. Além disso, ocorrem na forma de fragmentos florestais, apresentando estrato arbóreo dominante predominantemente caducifólio.

Ainda para o IBGE (1992), as florestas estacionais brasileiras são classificadas como semidecíduas (ou subcaducifólias), decíduas (ou caducifólias) ou sempre-verdes (ou perenifólias). As semidecíduas são reconhecidas quando a percentagem de indivíduos arbóreos sem folhas na estação seca situa-se entre 20% e 50% do total de indivíduos. As decíduas são reconhecidas quando essa percentagem de indivíduos arbóreos sem folhas na estação seca situa-se acima de 50%. Já as florestas sempre-verdes apresentam menos de 20% de indivíduos desfolhados na estação seca. Pereira *et al.* (2011) ressaltam que em alguns trabalhos estas florestas recebem nomes alusivos às condições do sítio, como

mata mesofítica, mata seca ou mata de calcário. Contudo, a nomenclatura que hoje prepondera, no meio técnico e científico é a utilizada no presente estudo e descrita pela classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992).

As florestas estacionais brasileiras ocorrem em formas de ilhas na região central do Brasil (RIZZINI, 1963) e podem ser encontradas em solos desenvolvidos sob rochas de alta fertilidade e em Latossolos vermelho-escuro, de média fertilidade, onde se estabelecem geralmente as florestas estacionais semidecíduais (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002). Já as florestas estacionais decíduais geralmente ocorrem sobre solos de origem calcária, às vezes com afloramentos rochosos típicos, mas podem também ocorrer sobre solos de outras origens (RIBEIRO & WALTER, 2008).

As florestas estacionais são consideradas de relevante importância, por apresentarem peculiaridades na fisionomia e florística (RODRIGUES, 1999). De acordo com Ivanauskas & Rodrigues (2000), as espécies presentes nas florestas estacionais armazenam água em determinadas partes da planta, como forma de adaptação fisiológica e/ou morfológica à deficiência hídrica estacional.

De maneira geral, a composição florística das florestas estacionais, além de sofrer influência das formações adjacentes, é também condicionada por vários fatores como o clima, em macro escala, o relevo e o solo, que interferem principalmente na disponibilidade de água, em nível local (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1998; PEREIRA *et al.*, 2011). A complexa distribuição das espécies nas florestas estacionais tem gerado grande interesse por parte de pesquisadores, que buscam respostas para a distribuição atual das formações vegetais a partir de elos florísticos entre as mesmas, indicado pelas espécies de ampla distribuição, por fatores ambientais e pelas mudanças climáticas (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Por apresentarem árvores mais altas, retilíneas e geralmente produtoras de madeiras de lei, como Aroeiras, Angicos e Ipês, as florestas estacionais se contrastam com o cerrado *sensu stricto*. Contudo, muitas vezes não são reconhecidas como formações significativas do bioma, ao contrário das matas de galeria (FELFILI, 2003). Há mais de uma década, a flora endêmica das florestas estacionais começava a apresentar extinções locais no território nacional (PEREIRA *et al.*, 1996).

Oliveira-Filho e Ratter (1995) afirmaram que as florestas estacionais podem ser encontradas de forma esparsa, com manchas inseridas no bioma Cerrado, apenas em pequenas áreas onde os solos são mais férteis, onde a relativa fertilidade do solo que sustenta esse tipo de formação faz com que esta se torne alvo de intensa exploração antrópica, não só para uso do solo sobre o qual ocorre, como também para utilização de suas espécies para fins madeireiros (MORENO & SCHIAVINI, 2001).

### **2.2.2 - Ocupação e impacto**

As florestas estacionais estão entre as fitofisionomias florestais do bioma Cerrado que se encontram em elevado estágio de degradação (PEREIRA *et al.*, 2011). Originalmente essas formações correspondiam a 15% da vegetação total do bioma (FELFILI, 2003), mas ao longo do tempo este percentual foi reduzindo drasticamente com a ocupação da área por outros usos e com a exploração de espécies de interesse comercial. De acordo com Scariot & Sevilha (2005), atualmente são raras as áreas intactas de floresta estacional e, quase sempre, estas áreas estão localizadas em locais de difícil acesso, geralmente sobre afloramentos de rochas calcárias, como ocorre em parte do gradiente na área do presente estudo.

Em geral, as florestas estacionais encontram-se como pequenos fragmentos. Os fragmentos florestais remanescentes são definidos como qualquer área de vegetação natural, interrompida por barreiras antrópicas ou naturais capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen e/ou sementes (VIANA, 1990; WERNECK *et al.*, 2000). O desmatamento e a consequente fragmentação florestal podem provocar intensas mudanças na estrutura e no microclima das florestas, causando extinção local de espécies da fauna e da flora (ALMEIDA & SOUZA, 1997). Dentre as várias consequências resultantes desse processo destacam-se o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas e as mudanças climáticas, embora o aspecto resultante de maior gravidade seja a perda da biodiversidade (VIANA *et al.*, 1992).

Segundo Werneck *et al.* (2000) e Pereira *et al.* (2011), as florestas estacionais foram reduzidas a pequenos fragmentos, geralmente perturbados, onde grandes áreas foram devastadas para a implantação de agricultura e pastagens. A substituição desordenada da

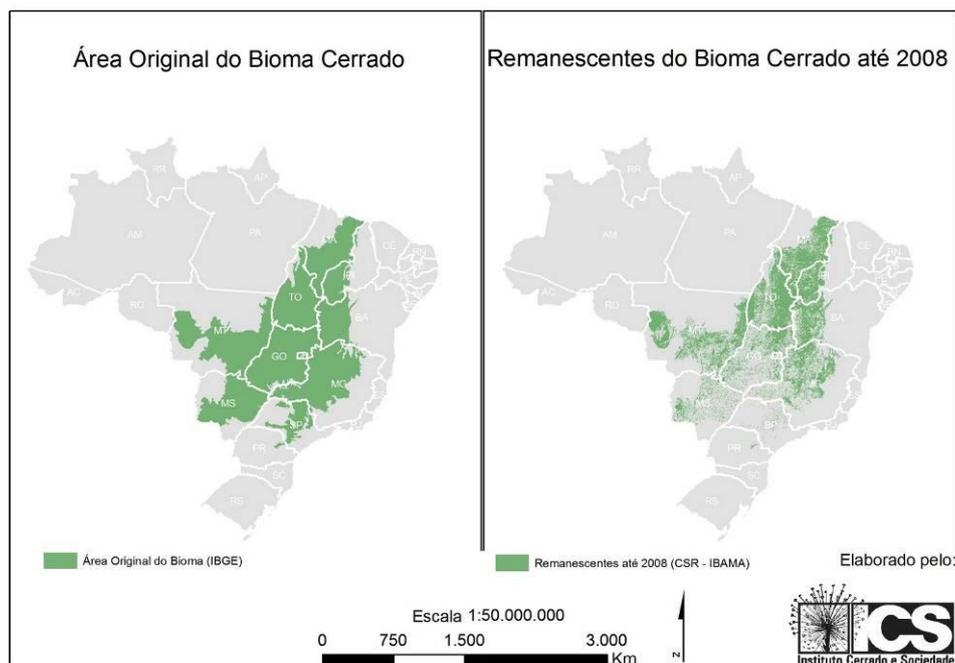
cobertura vegetal original das florestas estacionais para implantação de estradas e acessos e para implementação de áreas de lavouras, pastagens e reflorestamentos, é bastante comum na região do Cerrado (PAULA *et al.*, 2002). Sampaio (2001) ressalta que as florestas estacionais decíduais estão entre as mais ameaçadas de todos os principais habitats de floresta tropical de terra baixa, sendo a principal causa justamente o desmatamento para fins agropecuários.

### **2.3 – FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL**

De acordo com Saldanha (1999), o principal aspecto de perturbação ambiental no planeta é a fragmentação de habitats, onde uma grande extensão dos mesmos se transforma em uma série de áreas menores, isoladas em uma matriz de habitat diferente da original. Este fenômeno afeta direta e indiretamente a diversidade biológica através da perda da heterogeneidade de habitats e da limitação das distribuições das espécies até a sua total extinção, bem como das espécies a estas relacionadas.

As comunidades florestais vêm sendo mais estudadas já que são de extrema importância para a conservação da diversidade biológica. Essa importância é acentuada gradativamente devido ao processo desordenado de ocupação do solo que, nas diversas regiões do país, transformam formações florestais contínuas em fragmentos (RODRIGUES *et al.*, 2003).

As pressões humanas sobre as fisionomias florestais, principalmente no bioma Cerrado, têm consequências altamente impactantes, ocorrendo principalmente com a substituição das matas nativas visando produção agrícola e implantação de pastagens (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 1994). Assim, torna-se urgente a necessidade de avaliar a diversidade biológica contida nos atuais fragmentos (Figura 2.2), bem como compreender a organização espacial da comunidade diante das variações do ambiente e das mudanças nos processos ecológicos (MORENO & SCHIAVINI, 2001; OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2002).



**Figura 2.2** – Representação da cobertura original e dos remanescentes de vegetação nativa do bioma Cerrado. Fonte: Instituto Cerrado e Sociedade (2011).

Eiten (1994), Oliveira Filho *et al.* (1994) e Ribeiro & Walter (2008) ressaltam que um dos principais fatores que atuam na composição florística e estrutura das comunidades vegetais é a heterogeneidade ambiental, fator esse resultante da diversidade de fatores ambientais que interagem nas comunidades. Segundo esses autores, a resposta das espécies a esses fatores permite que cada local tenha características próprias, assim como semelhanças com outros locais, possibilitando a observação de tendências e variáveis de interesse.

Dentre os principais fatores ligados à configuração da paisagem, que afetam as populações e comunidades fragmentadas, estão os efeitos de área e de borda (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009). Os efeitos de área são mudanças ecológicas que ocorrem como resultado do isolamento do fragmento. Em geral, fragmentos pequenos possuem não apenas menor riqueza em espécies, mas também menor densidade de espécies.

Já os efeitos de borda podem ser evidenciados nas margens de rios ou em ecótonos naturais como, por exemplo, em áreas de contato entre savanas e florestas. Quando estas

formações são fragmentadas, a quantidade de bordas aumenta consideravelmente. Estas bordas contribuem para a ocorrência de uma transição abrupta entre diferentes tipos fisionômicos (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009).

No bioma Cerrado, a fragmentação florestal geralmente ocasiona sérios problemas como grande número de árvores mortas, alta ocorrência de cipós, poucas espécies raras com poucos indivíduos e espécies pertencentes a estádios mais avançados da sucessão (FELFILI, 2003; BRIDGEWATER *et al.*, 2004). No entanto, os fragmentos remanescentes são fundamentais para a conservação da biodiversidade ao longo do bioma, devendo-se adotar técnicas apropriadas para monitoramento, recuperação e o manejo (VIANA, 1990).

#### **2.4 - FLORESTAS DE TRANSIÇÃO**

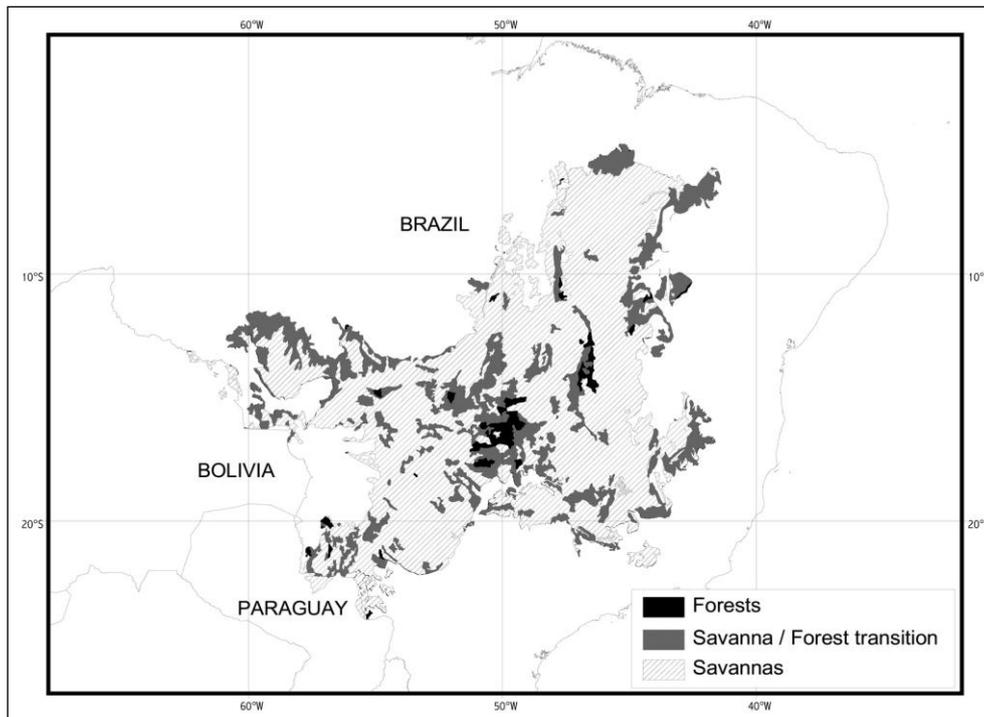
Quando entre duas ou mais regiões fitoecológicas existem áreas onde estas floras se contatam, justapondo-se ou interpenetrando-se, formam-se os contatos, identificados respectivamente em encaves e ecótonos (IBGE, 1992; 2008). No primeiro caso, cada mosaico de vegetação guarda a sua identidade florística e fisionômica, permitindo a definição da formação ou subformação dominante. No caso dos ecótonos, a identidade florística passa a ser em nível de espécies, não se determinando a dominância de uma região sobre a outra, onde frequentemente ocorrem endemismos que melhor as identificam (IBGE, 1992; COUTINHO, 2006).

Os ecótonos servem de abrigo não só para plantas e animais característicos de cada uma das comunidades sobrepostas, mas também das espécies exclusivas que sustentam uma comunidade com características distintas daquelas adjacentes (ODUM, 1988). De acordo com Odum (1988) e Durigan *et al.* (2008), a riqueza e diversidade de espécies são geralmente mais elevadas em um ecótono do que nas comunidades adjacentes. Apesar da alta diversidade biológica dessas áreas (DURIGAN *et al.*, 2008), essas ainda são pouco estudadas no Brasil.

Estudos revelam que a vegetação do Cerrado apresenta heterogeneidade entre áreas (SILVA & BATES, 2002; RIBEIRO & WALTER, 2008; PEREIRA *et al.*, 2011),

caracterizada, entre outros fatores, pelo gradiente savana-floresta (Figura 2.3) com associação particular de espécies (GUIMARÃES, 2001; GOMES, 2004). Esta heterogeneidade geralmente está condicionada à natureza geológica e geomorfológica (COLE, 1992), as quais geram diferenças fisionômicas, florísticas e estruturais em resposta às variações edáficas reinantes, como profundidade e umidade do solo e regimes de flutuação do lençol freático (FURLEY & RATTER, 1988; GUIMARÃES, 2001). Smith (1997) e Odum (1988) sugerem que áreas de contato entre dois ou mais tipos de vegetação distintos são importantes áreas de especiação, as quais devem se inserir em programas de conservação e monitoramento.

A existência de áreas de contato savana-floresta (Figura 2.3) é natural para a manutenção da biodiversidade no bioma Cerrado, já que muitas espécies dependem tanto da presença da savana quanto da floresta, lado a lado, para se desenvolverem (SILVA *et al.*, 2006). No entanto, o avanço acelerado da agropecuária e dos centros urbanos são os principais fatores responsáveis pela deterioração dessas áreas naturais. Diante desta situação, os remanescentes florestais devem ser investigados e monitorados, permitindo a formulação de metodologias para diferentes estudos, além de subsidiar políticas públicas de conservação e manejo (GUILHERME & NAKAJIMA, 2007).



**Figura 2.3** – Representatividade das áreas de transição savana-floresta no bioma Cerrado. Fonte: Silva & Bates (2002).

## 2.5 – FATORES AMBIENTAIS E A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS NO BIOMA CERRADO

As florestas tropicais são compostas por muitas espécies das quais poucas são abundantes. Os solos e, particularmente, sua fertilidade têm sido considerados como o fator principal na determinação do amplo e variado gradiente fisionômico-florístico apresentado pela vegetação do Cerrado (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002). De acordo com Espírito-Santo *et al.* (2002) e Siqueira *et al.* (2009), dentre os fatores abióticos que podem ser potencialmente importantes para explicar variações no padrão de distribuição espacial da vegetação, estão as características químicas e físicas dos solos.

A análise da relação vegetação-ambiente, tendo como base parâmetros quantitativos de abundância, como a densidade, ou de produção, como área basal, volume e carbono, permite constatar a influência das condições do meio na estrutura da comunidade e suas populações (KENT & COKER, 1992; FELFILI *et al.*, 2011).

Nos últimos anos, estudos de comunidades vegetais têm buscado detectar e descrever os padrões da composição florística, da estrutura e da distribuição da vegetação, visando testar ou formular hipóteses sobre a estrutura da comunidade e as possíveis relações entre variações na vegetação e nos fatores ambientais (McGARIGAL *et al.*, 2000; FELFILI *et al.*, 2011).

Existem diversas técnicas já desenvolvidas para analisar dados de vegetação. As mesmas variam quanto ao princípio e grau de complexidade. A maior parte dessas técnicas pertence a dois métodos de análise multivariada: classificação e ordenação (KENT & COKER, 1992). As análises multivariadas são procedimentos desenvolvidos para explorar padrões complexos da relação vegetação-ambiente e são de fundamental importância por dar ao pesquisador a oportunidade de explorar e interpretar de forma objetiva os resultados de seus estudos (KENT & COKER, 1992; ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2002; FELFILI *et al.*, 2011).

Fatores como o clima (COLE, 1992; EITEN, 1994; RIBEIRO & WALTER, 2008), diferenças no regime do lençol freático, composição química e física do solo e topografia são considerados importantes na distribuição e estruturação de comunidades vegetais no bioma Cerrado (EITEN, 1994; MORENO & SCHIAVINI, 2001; RIBEIRO & WALTER, 2008). O conhecimento dos padrões de distribuição das espécies numa área pode contribuir para a compreensão dos principais fatores ambientais determinando a estrutura da comunidade (FELFILI, 1998).

### **3 – ANÁLISE FLORÍSTICO-ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM ÁREA DE ECÓTONO FLORESTA ESTACIONAL-CERRADO *SENSU STRICTO* NO MUNICÍPIO DE TAGUATINGA, TOCANTINS**

#### **3.1 – INTRODUÇÃO**

O bioma Cerrado cobria originalmente cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup> do território brasileiro, o que corresponde a aproximadamente 23% da superfície do país (MACHADO *et al.*, 2004). Nos últimos 30 anos houve uma explosão de pesquisas sobre a biodiversidade do bioma, alimentada pela percepção crescente de que o Cerrado é um 'hotspot' de biodiversidade global (MYERS *et al.*, 2000), onde somente 35% da sua área original permanece íntegra (BRIDGEWATER *et al.*, 2004).

A região que abrange o Cerrado no Brasil Central inclui a parte sul do Mato Grosso, todo o Estado de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, parte do Estado do Mato Grosso do Sul, oeste da Bahia e de Minas Gerais. O bioma estende-se ainda para fora do Brasil Central em penínsulas: para o norte, cobrindo o sul do Maranhão e o norte do Piauí, para o oeste como uma faixa estreita através de Rondônia, e para o sul como uma série de áreas disjuntas cobrindo um quinto do Estado de São Paulo e pequenas “ilhas” no Paraná. Também ocorre em certas partes do Nordeste, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima (EITEN, 1994).

A vegetação do Cerrado é caracterizada por um mosaico de formações campestres até florestais. As formações savânicas predominam e possuem florística variada, associada à ausência de um dossel contínuo (COLE, 1986; HOFFMAN & FRANCO, 2008). Espécies exclusivas de diferentes tipos de formações podem ser encontradas juntas, onde a classificação da vegetação é mais complexa, como nas áreas de contato savana-floresta (MENDES *et al.*, 2010). Pelo fato destas áreas de contato apresentarem padrões próprios e distintos em relação às fisionomias adjacentes, Coutinho (2006) as considera como biomas à parte.

O Tocantins é um dos estados brasileiros que tem a maior área coberta pelo bioma Cerrado. Segundo Machado *et al.* (2004), a área de abrangência do bioma é de aproximadamente 91% da área total do Estado. Além disso, segundo Sano *et al.* (2008), o Tocantins é considerado o estado que ainda apresenta os maiores índices de vegetação remanescente do Cerrado (79%).

No sudeste do Estado do Tocantins, que abrange as bacias dos rios Palma e Paranã, a vegetação é constituída, basicamente, por duas classes de formações: as florestais e as savânicas (IBGE, 1992; SCARIOT & SEVILHA, 2005; PEREIRA *et al.*, 2011). Além dessas formações, destacam-se as áreas de contato que estão amplamente distribuídas ao longo dessas formações, principalmente entre as florestas estacionais e as formações savânicas do Cerrado e Caatinga. Como resultado do abandono ou mau uso da terra, áreas de formações secundárias também estão amplamente distribuídas por essas bacias (SCARIOT & SEVILHA, 2005; PEREIRA *et al.*, 2011).

A falta de conhecimento sobre a vegetação em áreas de transição é apontada por Ivanauskas (2002) e Guilherme & Nakajima (2007) como resultado da pouca atenção dada a esse tipo de formação. Essa ausência de informações vem sendo modificada aos poucos para a região do Cerrado, com o surgimento de pesquisas relacionadas aos processos ecológicos, à composição florística, à estrutura e à dinâmica da vegetação (SIQUEIRA *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2009).

Os levantamentos florísticos permitem comparações relativamente simples, porém eficientes entre um grande número de áreas (PEREIRA *et al.*, 2011; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2002) e a fitossociologia fornece, além de informações sobre a composição florística da vegetação, as relações quantitativas entre os táxons e a estrutura horizontal e vertical da comunidade. Ambas são úteis não só para o diagnóstico atual da vegetação, como também oferecem subsídios para futuros projetos de recuperação de áreas degradadas (LIMA *et al.*, 2009; FIGUEIREDO *et al.*, 2010).

A caracterização fisionômica e florística em áreas de contato permite o mapeamento de caracteres vinculados à determinada área onde existem informações sobre a vegetação. Como exemplo de caracterização fisionômica e florística tem-se as propostas do IBGE (1992), Eiten (1994), Mendonça *et al.* (1998), Coutinho (2006), Ribeiro & Walter

(2008), entre outros, para a vegetação no Cerrado. A proposta do presente estudo é contribuir para a caracterização fisionômica e florística das áreas de ecótono no Estado do Tocantins.

### **3.2 – OBJETIVO**

Conhecer a composição florística e a estrutura da comunidade arbórea em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* no Município de Taguatinga, sudeste do Estado do Tocantins.

#### **3.2.1 – Objetivos específicos**

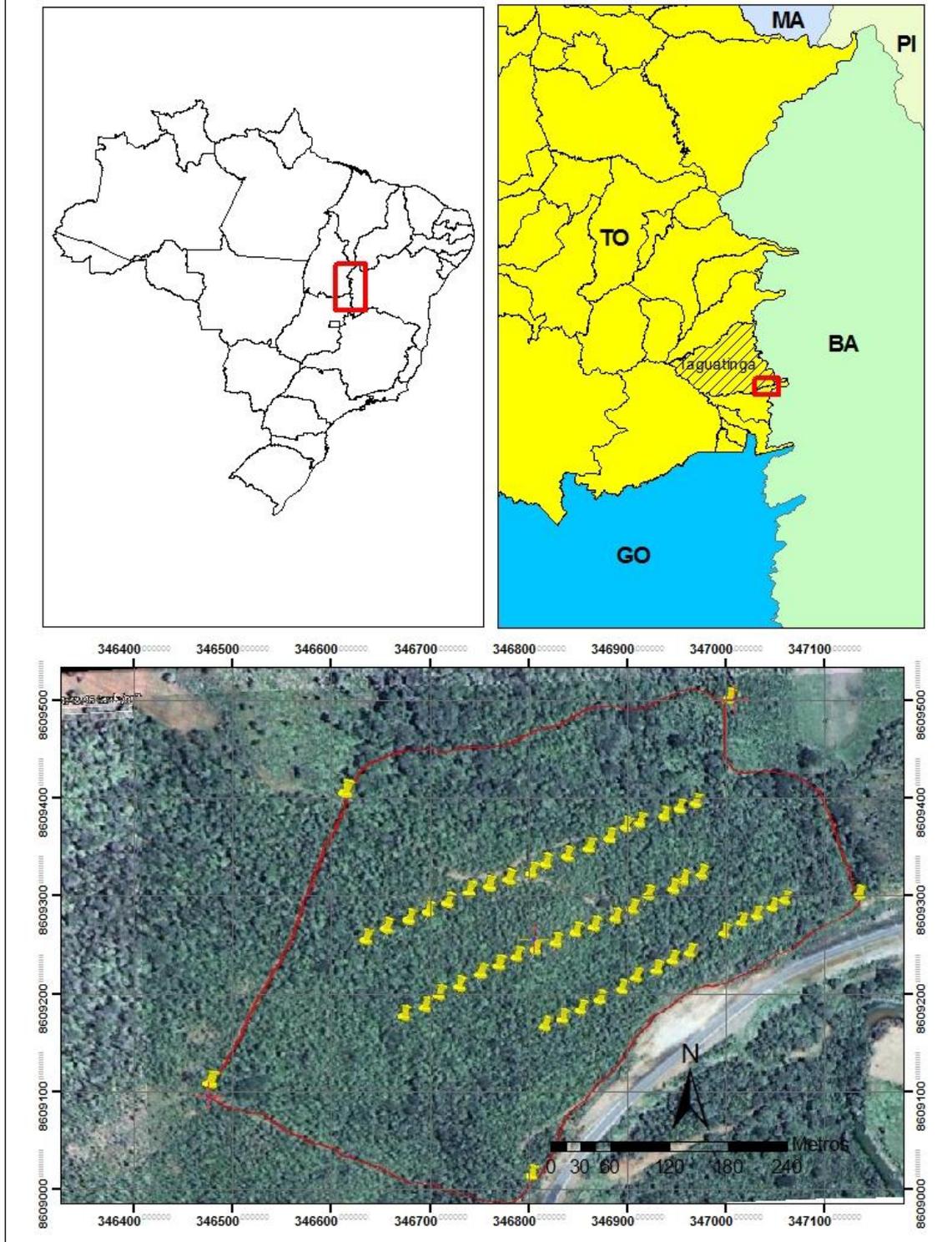
- Contribuir para caracterização fisionômica e florística das áreas de ecótono no Estado do Tocantins;
- Avaliar a similaridade florística da área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* estudada com outras formações do bioma Cerrado.

### **3.3 – MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.3.1 - Descrição da área de estudo**

O presente estudo foi realizado na região sudeste do Estado do Tocantins, nas coordenadas 12° 34' 35" sul e 46° 24' 33" oeste, em área de ecótono - contato Savana/Floresta Estacional (SN) de acordo com definição do IBGE (1992). A área do estudo consistiu de um fragmento florestal delimitado por cercas às margens da rodovia estadual TO-110. O fragmento ocupa área total de 30 hectares e faz parte de uma propriedade rural, situada no Município de Taguatinga/TO (Figura 3.1).

## Localização da Área de Estudo



**Figura 3.1** – Localização da área de estudo, em área de ecótono (contato floresta estacional-cerrado *sensu stricto*) no Município de Taguatinga, região sudeste do Estado do Tocantins. No mapa georreferenciado (*Software ArcGIS*) é possível observar a delimitação do fragmento e a representação das unidades amostrais.

De acordo com a SEPLAN (2011), o município de Taguatinga está inserido na bacia do Rio Palma, adjacente à bacia do Rio Paranã, ambas afluentes do Rio Tocantins. Em estudo realizado por Scariot & Sevilha (2005), comprovou-se que áreas de contato entre formações savânicas e florestais do bioma Cerrado estão amplamente distribuídas ao longo destas bacias, consideradas importantes divisores de água nessa região.

O clima da região, de acordo com classificação de Köppen, é do tipo Aw (savana tropical). Existem duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa seguida por uma seca (maio a setembro).

#### 3.3.1.1 – Breve histórico da área

Para subsidiar a investigação da vegetação na área de estudo, buscou-se informações sobre o histórico da área, considerando o tipo de vegetação original, a intensidade e o tempo dos distúrbios evidenciados. A partir de entrevistas realizadas com proprietário e funcionários da propriedade, bem como de análises de imagens de satélite da área, foi possível obter algumas informações, dentre elas as atividades antrópicas ocorridas no local.

A área selecionada para o estudo apresenta sinais de distúrbios causados pelo corte seletivo de madeiras e pela ocorrência de fogo (Figura 3.2). Além de fazer parte da Reserva Legal da propriedade, o fragmento florestal analisado é rota de passagem de animais de criação.

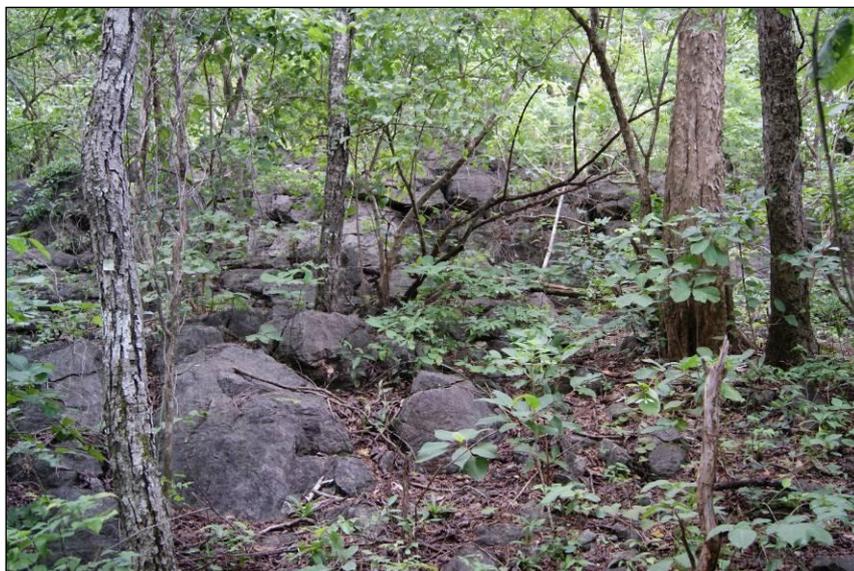
#### 3.3.1.2 – Vegetação

Na região da bacia do Rio Palma, a vegetação é constituída, basicamente, por duas classes de formações, as florestais e as savânicas (SCARIOT & SEVILHA, 2005). Existem dois tipos fisionômicos que se contatam na área de estudo caracterizados como floresta estacional decidual ou mata seca decídua, conforme definição dos autores Ribeiro & Walter (2008), Oliveira-Filho *et al.* (1998) e Leitão-Filho (1987) e cerrado *sensu stricto*, conforme definição de Ribeiro & Walter (2008). A vegetação na maior

extensão do fragmento estudado se desenvolve na presença de afloramentos de calcário, em solo relativamente mais fértil em minerais (RIZZINI, 1963) (Figura 3.3).



**Figura 3.2** – Evidência de distúrbios causados pelo corte seletivo de madeiras e pela ocorrência de fogo, em área de ecótono no Município de Taguatinga/TO.



**Figura 3.3** – Presença de afloramentos calcários em área ecótono, no Município de Taguatinga/TO.

### 3.3.1.3 - Solos

Segundo o mapa de solos do Estado do Tocantins (SEPLAN, 2011), os solos predominantes na região de Taguatinga são os Argissolos e os Latossolos vermelho-amarelo em inúmeras associações com solos Concrecionários, Neossolos Quartzarênicos, Cambissolos, Litossolos e Plintossolos. Dentre estes, os solos Concrecionários e os Latossolos, caracterizados por serem solos minerais, não hidromórficos, profundos com horizonte B latossólico muito espesso, abrangem quase 50% da cobertura do Estado (SEPLAN, 2011).

### **3.3.2 – Coleta de dados**

#### 3.3.2.1 - Inventário Florestal

Um inventário florestal foi realizado na área de estudo. O sistema de amostragem adotado foi o sistemático em dois estágios (PÉLLICO NETO & BRENA, 1997). O primeiro estágio consistiu das seguintes etapas: a) divisão da área da floresta em transectos de 20 m de largura e comprimentos variáveis em função da extensão da floresta (unidades primárias), dispostos perpendicularmente ao longo do gradiente ambiental (encosta) e b) seleção aleatória do primeiro transecto para posterior definição sistemática da posição dos demais transectos. No primeiro estágio foram estabelecidos 3 (três) transectos ou unidades primárias equidistantes de 100 m, conforme sugerido por Felfili (1993; 1995). Os transectos foram alocados com auxílio de bússola e GPS para orientação.

Já o segundo estágio consistiu na subdivisão de cada transecto selecionado em sub-unidades de 20 x 20 m (unidades secundárias). Em função da extensão do fragmento, o primeiro transecto foi subdividido em 15 parcelas de 20 x 20 m, o segundo em 17 e o terceiro em 18.

Para efeito da avaliação quantitativa da vegetação arbórea do fragmento, após a subdivisão dos transectos em sub-unidades de 20 x 20 m, foi realizada a amostragem

sistemática de sub-unidades ou unidades secundárias intercaladas dentro de cada unidade primária (transecto) (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997).

Para efeito da avaliação qualitativa do inventário, considerou-se a área total amostrada, ou seja, 50 unidades secundárias de 20 x 20 m, totalizando um universo amostral de dois hectares, superior aos estudos realizados por Scariot & Sevilha (2000), Sampaio (2001), Nascimento *et al.* (2004) e Silva & Scariot (2004), em florestas do Brasil Central.

As unidades secundárias de 20 x 20 m foram alocadas de forma permanente, delimitadas com estacas de ferro e georreferenciadas com o uso de GPS de navegação. Todas as árvores, vivas e mortas em pé, com DAP igual ou superior a 5,0 cm foram etiquetadas com placas de alumínio e os valores de DAP e a altura total de cada árvore foram registrados em fichas de campo. As árvores vivas registradas foram identificadas botanicamente aos níveis de família, gênero e espécie (APG III, 2009). Todo material botânico coletado em campo foi herborizado e as exsicatas preparadas conferidas por especialistas. O material fértil foi depositado no Herbário do IBGE, em Brasília, DF.

Para medição do DAP de cada árvore foi utilizada uma suta. O DAP foi medido em duas direções perpendiculares, pois grande parte dos troncos apresenta seção irregular. Assim, o DAP da árvore foi calculado a partir da média dos dois diâmetros tomados perpendicularmente entre si. A altura total foi obtida com o auxílio de uma régua hipsométrica de 12 metros. Alturas superiores ao comprimento da régua foram estimadas visualmente.

Para árvores com mais de um fuste foi realizada a medição do DAP e da altura total de cada fuste. Cada fuste recebeu uma etiqueta contendo um número de identificação. Assim, foi calculada uma área seccional para cada fuste, sendo a área basal resultado da soma das áreas seccionais de todos os fustes identificados com  $DAP \geq 5,0$  cm. Para efeito do cálculo da densidade de árvores por espécie e por hectare foi considerado que os fustes perfilhados formam um único indivíduo, desta forma evitou-se superestimar a densidade de indivíduos (MENDONÇA *et al.*, 2010).

### 3.3.3 - Análise de Dados

#### 3.3.3.1 - Esforço amostral

É importante destacar que em levantamentos realizados com o objetivo de se conhecer a estrutura da vegetação em termos de densidade, área basal e outras variáveis de interesse, é importante que a amostragem seja representativa da área, isto é, que a amostragem englobe as características comuns que identificam a comunidade a que pertence (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997).

O esforço amostral na área de estudo foi avaliado considerando tanto a variabilidade da vegetação em relação a densidade de indivíduos ( $\text{ind.ha}^{-1}$ ) e a área basal ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ) da comunidade quanto da representatividade florística da comunidade do fragmento. No que se refere a variabilidade da vegetação em relação a densidade de indivíduos e a área basal da comunidade, foi determinada a precisão ou erro amostral do inventário considerando cada variável (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997).

A Norma de Execução nº 1 de 2007 do IBAMA exige que o erro amostral do inventário seja de até 10% para manejo florestal, ao nível de 5% de significância. No entanto, para atender este estudo, foi considerada uma precisão requerida de 20% ao nível de 5% de significância, já que um erro de 10% é considerado rigoroso para uma área com grande heterogeneidade na estrutura da vegetação (SCOLFORO *et al.*, 2008).

Desta forma, o erro amostral do inventário considerando tanto a densidade ( $\text{ind.ha}^{-1}$ ) quanto a área basal ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ) foi obtido (PÉLLICO-NETTO & BRENA, 1997) pela fórmula:

$$Er = \left( \frac{t \cdot s_{\bar{x}}}{\bar{x}} \right) \cdot 100 \quad (3.1)$$

em que:

Er = Erro amostral do inventário, em percentagem;

t = Valor de “t” tabelado considerando um nível de significância de 5%;

$s_{\bar{x}}$  = Erro padrão da média da variável de interesse;

$\bar{x}$  = Valor médio da variável de interesse.

O erro padrão da média para amostragem sistemática em dois estágios, considerando a intensidade amostral de 26 unidades amostrais de 20 x 20 m, estabelecidas sistematicamente, foi obtido pela fórmula (PÉLLICO-NETTO & BRENA, 1997):

$$s_{\bar{x}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - x_{(i+1)j})^2}{2 \cdot n \cdot \sum_{j=1}^m (n_j - 1)} \quad (3.2)$$

em que:

m = número de transectos amostrados;

n = número total de parcelas amostradas.

n<sub>j</sub> = número de parcelas amostradas no transecto j;

x<sub>ij</sub> = valor da variável de interesse na parcela i do transecto j.

No que se refere ao esforço amostral para representar a florística, foi utilizada a curva espécie-área (MÜELLER-DOMBOIS & ELLEMBERG, 1974) e a curva platô (NAPPO *et al.*, 1999). A curva espécie-área representa a relação entre o número de espécies inéditas no levantamento em função da área amostrada e avalia a variabilidade florística, ou seja, o aumento do número de espécies em função da área amostrada, indicando, desta forma, a suficiência amostral quando a curva se estabiliza.

Para validar o esforço amostral no que se refere a representatividade florística, os dados referentes ao número de espécies inéditas em função do aumento da área amostrada foram ajustados, utilizando o procedimento de regressão linear com resposta em platô (REGRELRP), ferramenta do sistema para análise estatística versão 5.0 – SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas).

O procedimento executado no SAEG permite determinar a área mínima a ser amostrada para representar toda a população (ponto de inflexão) (NAPPO *et al.*, 1999). Após a formação do platô, o comportamento da curva de frequência de espécies acumuladas tende ao comportamento linear, onde o aumento da área amostral não aumenta significativamente o ganho de espécies. A curva platô garante a maior confiabilidade sobre a estabilidade da curva (NAPPO *et al.*, 1999).

O modelo de regressão linear com resposta em platô permite a comparação de combinações alternativas de retas e platô permitindo escolher como melhor opção de ajustamento a combinação que tenha apresentado a menor soma de quadrados dos desvios (NAPPO *et al.*, 1999; SILVA *et al.*, 2007). O modelo é dado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X + \varepsilon \quad (3.3)$$

em que:

Y = Número acumulado de espécies;

X = Número de parcelas amostradas;

$\beta_0$  e  $\beta_1$  = Coeficientes da equação;

$\varepsilon$  = Erro associado ao modelo.

### 3.3.3.2 – Florística e diversidade da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva

A partir do índice de Sørensen (KENT & COKER, 1992) foi avaliada a similaridade florística do fragmento em relação a outras formações do bioma Cerrado. A avaliação da similaridade florística foi realizada para dados qualitativos (presença e ausência de espécies). O índice de Sørensen é dado por:

$$S_s = \frac{2a}{b + c} \quad (3.4)$$

em que:

a = Número de espécies comuns às duas áreas;

b = Número de espécies registradas na primeira área;

c = Número de espécies registradas na segunda área, tomada para comparação.

A diversidade florística do fragmento foi obtida pelo Índice de Shannon-Wiener, dado por (KENT & COKER, 1992):

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln(p_i) \quad (3.5)$$

em que:

$p_i$  = Número de indivíduos da espécie i ou abundância da i-ésima espécie;

S = Número de espécies;

Ln = Logaritmo na base natural.

A equabilidade, obtida pelo índice de Pielou, é dada por (KENT & COKER, 1992):

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)} \quad (3.6)$$

em que:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener.

### 3.3.3.3 – Estrutura da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva

A estrutura da vegetação foi avaliada a partir dos parâmetros fitossociológicos convencionais (KENT & COKER, 1992; MÜELLER-DOMBOIS & ELLEMBERG, 1974):

a) Densidade: expressa a relação do número de indivíduos por unidade de área.

• Densidade absoluta (DA)

$$DA_i = \frac{n_i}{\text{área}(ha)} \quad (3.7)$$

em que:

$DA_i$  = Densidade absoluta da espécie  $i$ ;

$n_i$  = Número de indivíduos da espécie  $i$ .

• Densidade relativa (DR)

$$DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^n DA_i} \cdot 100 \quad (3.8)$$

em que:

$DR_i$  = Densidade relativa da espécie  $i$ .

b) Dominância: indica a ocupação dos ambientes pelos indivíduos das espécies a partir de suas áreas basais, estimadas com base no DAP.

• Dominância Absoluta (DoA)

$$DoA_i = \frac{\sum_{i=1}^n g_i}{\text{área}(ha)} \quad (3.9)$$

em que:

DoAi = Dominância absoluta da espécie i;

$\sum_{i=1}^n g_i$  = Somatório da área seccional (m<sup>2</sup>) dos indivíduos da espécie i.

• Dominância Relativa (DoR)

$$DoR_i = \frac{DoA_i}{\sum_{i=1}^n DoA_i} \cdot 100 \quad (3.10)$$

em que:

DoRi = Dominância relativa da espécie i.

c) Frequência: considera o número de unidades amostrais em que uma determinada espécie ocorre, de modo a indicar a dispersão média e a probabilidade de se encontrar a espécie em uma unidade amostral.

• Frequência Absoluta (FA)

$$FA_i = \frac{p_i}{P} \cdot 100 \quad (3.11)$$

em que:

FAi = Frequência absoluta da espécie i;

pi = Número de unidades amostrais em que a espécie i ocorre;

P = Número total de unidades amostrais inventariadas.

• Frequência Relativa (FR)

$$FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^n FA_i} \cdot 100 \quad (3.12)$$

em que:

FRi = frequência relativa da espécie i;

d) Índice de Valor de Importância (IVI): indica a posição fitossociológica de uma espécie na comunidade e é expresso pelo somatório dos parâmetros de densidade relativa (DR), frequência relativa (FR) e dominância relativa (DoR). Esse somatório indica a importância ecológica da espécie no local, sendo seu valor máximo igual a 300.

$$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i \quad (3.13)$$

em que:

IVI<sub>i</sub> = Índice de valor de importância da espécie i.

A estrutura da vegetação também foi avaliada por meio da distribuição das árvores em classes de diâmetro e de altura. Contudo, nesta avaliação cada fuste com DAP igual ou superior a 5,0 cm foi considerado um indivíduo. Para calcular os intervalos de classe ideais nas análises que se seguem, foi utilizada a fórmula de Spiegel (1976), em que:

$$IC = \frac{A}{NC} \quad (3.14)$$

em que:

IC = Intervalo de classe;

A = Amplitude de classe;

$$NC = 1 + 3,3 \cdot \text{Log}(n) \quad (3.15)$$

n = Número total de indivíduos.

Visando comparar com outras áreas, a amplitude das classes de altura foi estabelecida em 2 m, conforme utilizado em outros estudos fitossociológicos comparativos (HAIDAR, 2008; NASCIMENTO *et al.*, 2004).

Todos os índices que expressam a florística e a estrutura horizontal da vegetação foram utilizados a partir do *software* Mata Nativa 3 ([www.cientec.net](http://www.cientec.net)).

### 3.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.4.1 – Esforço amostral

Embora o erro amostral (Tabela 3.1) para a variável área basal tenha sido pouco superior ao exigido (20%), constatou-se que tanto para a variável densidade quanto para a variável área basal, a amostragem pode ser considerada precisa. De acordo com Scolforo *et al.* (2008), exigir uma precisão de 10% pode inviabilizar a execução correta de inventários florestais em determinadas vegetações nativas. Esses autores sugerem que a precisão de 20% pode compatibilizar eficiência estatística com os custos do inventário.

**Tabela 3.1** – Estimadores dos parâmetros da comunidade amostrada considerando as variáveis densidade e área basal, em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* no Município de Taguatinga/TO.

Parâmetro	Densidade (ind.ha <sup>-1</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )
Média	1.494,5	16,38
Erro amostral	272,8	3,39
Erro amostral (%) *	18,25	20,69
Intervalo de confiança da média	1.221,7 ≤ X ≤ 1.767,3	12,99 ≤ X ≤ 19,77

\*Nível de significância de 5%.

Ao analisar as duas variáveis quantitativas consideradas, ou seja, densidade e área basal, verifica-se que a variabilidade na comunidade é maior em relação a área basal. A densidade expressa pelo número de árvores por hectare se distribui de forma mais homogênea no fragmento.

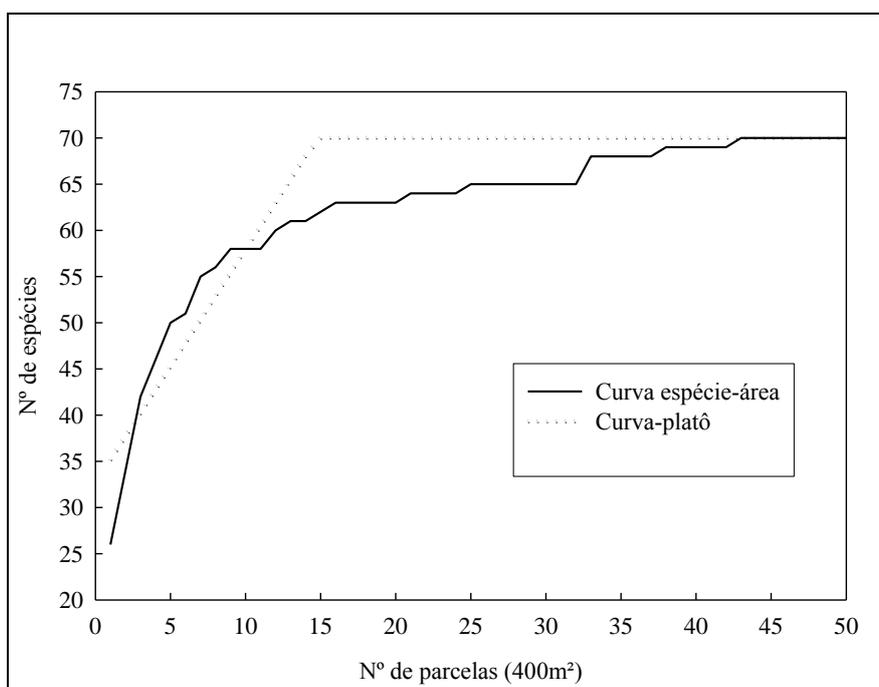
Cinco árvores da espécie *Pseudobombax tomentosum* (Imbiruçu) apresentaram altos valores de DAP, discrepantes do restante da comunidade (*outliers*). Árvores com estes diâmetros (50 a 65 cm) foram amostradas em 4 parcelas e não eram comuns na comunidade do fragmento. Quando registradas em alguma parcela, distanciavam-se da média geral das demais parcelas amostradas.

O esforço amostral resultante do inventário florístico realizado no fragmento, que considerou o levantamento de todas as espécies amostradas nas 50 unidades amostrais

de 20 x 20 m estabelecidas ao longo dos três transectos de comprimento variável, equidistantes de 100 m, é apresentado na Figura 3.4. É possível observar que o número de espécies amostradas apresenta, inicialmente, forte tendência de incremento com o aumento da área mostrada, mas, a partir de 20 parcelas, essa evidência tende a estabilização, com algumas variações ao longo da curva. A curva platô (Figura 3.7), que garante maior confiabilidade sobre a estabilidade da curva espécie-área (NAPPO *et al.*, 1999), mostra que a suficiência amostral seria atingida com a amostragem de apenas 15 parcelas (0,6 ha). A equação de regressão linear com resposta em platô ajustada foi:

$$Y = 32,5638 + 2,5330 \cdot X, \text{ com } R^2 = 84,5\% \quad (3.16)$$

Portanto, verifica-se que a amostragem realizada na área de estudo foi suficiente para representar a máxima riqueza florística da área.



**Figura 3.4** – Curva espécie-área e curva platô das espécies arbóreas amostradas em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no Município de Taguatinga/TO.

### 3.4.2 – Florística da vegetação arbórea

Ao todo foram encontradas 26 famílias, 57 gêneros e 70 espécies (Tabela 3.2), distribuídas em 2.627 árvores amostradas, em uma área de 2 (dois) hectares, além de 148 árvores mortas (5,3%).

Em termos de densidade, as famílias que mais se destacaram foram Anacardiaceae (13,3%), Sapindaceae (11,5%), Bignoniaceae (10,3%), Vochysiaceae (9,4%), e Malvaceae (8,4%), representando pouco mais de 50% do total. Já as famílias Salicaceae e Combretaceae, muito significativas em área de ecótono savana-floresta no Município de Campos Belos - GO (ROCHA, 2011), inserida na mesma bacia hidrográfica, não obtiveram muita representatividade nesta amostragem, fato que pode ser explicado por não serem abertas tantas clareiras que favorecem o estabelecimento de espécies de sub-bosque como *Casearia rupestris* (Guaçatunga), *Combretum duarteanum* (Vaqueta) e *Guazuma ulmifolia* (Mutamba).

As famílias mais ricas em espécies foram Fabaceae (17%), Malvaceae (11,5%) e Bignoniaceae (8,5%). Os gêneros mais representativos na amostragem foram *Handroanthus* e *Machaerium*, apresentando três espécies cada, o que conferiu às famílias Bignoniaceae e Fabaceae significativa contribuição na diversidade da área. As três famílias botânicas foram representadas por 26 espécies (37%). Apesar de a Bignoniaceae ter apresentado apenas três gêneros, *Handroanthus*, *Jacaranda* e *Tabebuia*, Nascimento *et al.* (2004) conferiram à mesma importante padrão fitogeográfico para as florestas estacionais decíduais.

Em outros estudos realizados em florestas estacionais no Brasil Central (SILVA & SCARIOT, 2004; SIQUEIRA *et al.*, 2009; CARVALHO, 2009), as famílias mais representativas coincidem com as encontradas neste estudo. Já quando comparado a estudos em florestas estacionais em outros biomas (LIMA *et al.*, 2009; RUSCHEL *et al.*, 2009), as famílias mais representativas se diferem. Esta distinção florística entre as formações florestais pode estar associada com as diferenças dos fatores ambientais nas áreas, ou seja, fatores edáficos, declividade, precipitação, entre outros.

**Tabela 3.2** - Lista da flora arbustivo-arbórea (DAP  $\geq$  5,0 cm) amostrada em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* (50 parcelas de 20 x 20 m) no Município de Taguatinga, Estado do Tocantins. Nomes científicos com autores ordenados alfabeticamente, por família botânica, seguido na segunda coluna por seu nome popular na região.

<b>Família botânica / Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>
<b>1 - Anacardiaceae (3 gêneros / 3 espécies)</b>	
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	Gonçalo
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pombeiro
<b>2 - Apocynaceae (1 gênero / 2 espécies)</b>	
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	Pereiro-amargo
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. ex A. DC.	Pau-Pereira/Guatambu
<b>3 - Boraginaceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A. DC.	Louro
<b>4 - Bignoniaceae (3 gêneros / 6 espécies)</b>	
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Caroba
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	Ipê-amarelo
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Caraíba
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	Pau d'arco
<b>5 - Burseraceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Almescla/Breu
<b>6 - Calophyllaceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc	Pau-santo
<b>7 - Celastraceae (2 gêneros / 2 espécies)</b>	
<i>Maytenus floribunda</i> Reissek	Bacupari da mata
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	Cafezinho
<b>8 - Combretaceae (3 gêneros / 3 espécies)</b>	
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Mirindiba
<i>Combretum duarceanum</i> Cambess.	Vaqueta
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Capitão
<b>9 - Dilleniaceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira
<b>10 - Ebenaceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	Jilozeiro
<b>11 - Erythroxylaceae (1 gênero / 2 espécies)</b>	
<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Fruta de pomba
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	Fruta de pomba
<b>12 - Euphorbiaceae (2 gêneros / 2 espécies)</b>	
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Leiteiro
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Branquinho

*Continua...*

**Tabela 3.2** (Continuação)

<b>Família botânica / Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>
<b>13 - Fabaceae (9 gêneros / 12 espécies)</b>	
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Amburana/Cerejeira
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Angico
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Pata de vaca
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	Amargosinha
<i>Luetzelburgia guaissara</i> Toledo	Guaíçara/Pau-ripa
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Espinheira
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Bico de pato
<i>Machaerium scleroxylum</i> Allemão	Pau-ferro
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Canzileiro
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G. Silva & H.C. Lima	Carvoeiro
<b>14 - Lythraceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Pacari
<b>15 - Malpighiaceae (1 gênero / 2 espécies)</b>	
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss.	Murici-vermelho
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Murici
<b>16 - Malvaceae (6 gêneros / 8 espécies)</b>	
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Pente de macaco
<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	Paineira
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	Paineira
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) Robyns	Imbiruçu
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Imbiruçu
<i>Sterculia striata</i> A. St.-Hil. & Naudin	Chichá
<b>17 - Myrtaceae (4 gêneros / 5 espécies)</b>	
<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O. Berg	Gabiroba
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Cagaita
<i>Eugenia</i> sp	Araçá
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Araçá da mata
<i>Psidium myrsinites</i> Mart. ex DC.	Araçá
<b>18 - Opiliaceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	Pau-marfim
<b>19 - Rhamnaceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Saguaraji
<b>20 - Rubiaceae (4 gêneros / 4 espécies)</b>	
<i>Cordia macrophylla</i> (K. Schum.) Kuntze	Marmelo
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	Angélica
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Limoeiro do mato
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	Jenipapo de cavalo
<b>21 - Rutaceae (2 gêneros / 2 espécies)</b>	
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	Espinheira
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Mamica de porca

*Continua...*

**Tabela 3.2** (Continuação)

<b>Família botânica / Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>
<b>22 - Salicaceae (1 gênero / 2 espécies)</b>	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Língua de tamanduá
<i>Casearia rupestris</i> Eichler	Guaçatunga
<b>23 - Sapindaceae (3 gêneros / 3 espécies)</b>	
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Mamoninha
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	Tingui
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Mataíba
<b>24 - Sapotaceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni.	Sapotá
<b>25 - Simaroubaceae (1 gênero / 1 espécie)</b>	
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	Mata-cachorro
<b>26 - Vochysiaceae (2 gêneros / 2 espécies)</b>	
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Pau-jacaré
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Pau-terra

A composição florística da área de ecótono estudada possui espécies típicas das duas fitofisionomias que se contatam no fragmento, cerrado *sensu stricto* e floresta estacional decidual. Dentre as espécies típicas da formação savânica, listadas por Bridgewater *et al.* (2004), que também ocorrem na área do estudo, estão: *Leptolobium dasycarpum* (Amargosinha), *Byrsonima pachyphylla* (Murici), *Handroanthus ochraceus* (Caraíba/Ipê amarelo), *Kielmeyera coriacea* (Pau santo) e *Tachigali vulgaris* (Carvoeiro). Já as espécies *Aspidosperma subincanum* (Pau Pereira/Guatambu), *Combretum duarteanum* (Vaqueta), *Amburana cearensis* (Amburana/Cerejeira), *Handroanthus impetiginosus* (Ipê roxo), *Luetzelburgia guaissara* (Guaicara/Pau-ripa) e *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira) ocorrem na área de estudo e são frequentemente encontradas em florestas estacionais brasileiras (NASCIMENTO *et al.*, 2004; HAIDAR, 2008; PEREIRA *et al.*, 2011). Além disso, o contato entre estas fisionomias é evidenciado pela variação na cobertura de copa, bem como pela grande variabilidade na estrutura da vegetação ao longo do gradiente estudado.

Já as espécies *Tabebuia roseoalba* (Ipê-branco), *Dilodendron bipinnatum* (Mamoninha), *Guazuma ulmifolia* (Mutamba), *Casearia rupestris* (Guaçatunga) e *Randia armata* (Limoeiro do mato) foram consideradas comuns em florestas estacionais deciduais e semideciduais do Brasil Central (NASCIMENTO *et al.*, 2004; SILVA & SCARIOT, 2004; SCARIOT & SEVILHA, 2005).

As espécies *Tapirira guianensis* (Pombeiro), *Protium heptaphyllum* (Breu), *Diospyros hispida* (Jiloeiro) e *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), frequentes em matas de galeria (BRAGA & REZENDE, 2007; SILVA JÚNIOR, 2005), ocorrem com baixa densidade, próximo às pequenas linhas de drenagem (grotas).

A diversidade florística da área, dada pelo índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi igual a 3,41 nats/ind., equivalente a alguns estudos em florestas estacionais (SOARES & CESTAROL, 2004; JURINITZ & JARENKOW, 2003), em cerrado *sensu stricto* (FELFILI *et al.*, 2004) e em floresta de transição (GUILHERME & NAKAJIMA, 2007). O índice de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi igual a 0,8, indicando que apesar da heterogeneidade florística, as espécies estão bem distribuídas na área.

### 3.4.3 – Estrutura da vegetação arbórea

A Tabela 3.3 apresenta o resultado da análise fitossociológica da comunidade estudada em área de ecótono floresta estacional – cerrado *sensu stricto*. Dentre as espécies que se destacam estão: *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira), *Callisthene fasciculata* (Pau-jacaré), *Dilodendron bipinnatum* (Mamoninha), *Curatella americana* (Lixeira), *Luehea divaricata* (Açoita-cavalo), *Tabebuia aurea* (Ipê-amarelo), *Pseudobombax tomentosum* (Imbiruçu), *Magonia pubescens* (Tingui), *Astronium fraxinifolium* (Gonçalo), *Cordia macrophylla* (Marmelo), *Tabebuia roseoalba* (Ipê-branco), *Byrsonima pachyphylla* (Murici), *Rhamnidium elaeocarpum* (Saguaraji), *Eugenia dysenterica* (Cagaita) e *Terminalia argentea* (Capitão). Juntas, estas espécies representaram mais de 50 % do IVI total.

**Tabela 3.3** – Parâmetros fitossociológicos da comunidade arbórea em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* no Município de Taguatinga/TO. Resultados por hectare e organizados em ordem decrescente de IVI. DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; IVI = índice de valor de importância.

NOME CIENTÍFICO	DA (ind.ha <sup>-1</sup> )	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	DoR (%)	IVI
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	115	8,76	96	5,1	1,682	11,45	25,3
<i>Callisthene fasciculata</i>	122,5	9,33	92	4,89	1,264	8,6	22,8
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	93	7,08	100	5,31	1,182	8,05	20,4
<i>Curatella americana</i>	80,5	6,13	66	3,51	1,137	7,74	17,4
<i>Luehea divaricata</i>	68	5,18	86	4,57	1,009	6,87	16,6
<i>Tabebuia aurea</i>	67	5,1	90	4,78	0,701	4,77	14,7
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	22,5	1,71	40	2,13	1,541	10,49	14,3
<i>Magonia pubescens</i>	58	4,42	82	4,36	0,801	5,45	14,2
<i>Astronium fraxinifolium</i>	47,5	3,62	76	4,04	0,632	4,31	12,0
<i>Cordia macrophylla</i>	64	4,87	70	3,72	0,28	1,91	10,5
<i>Tabebuia roseoalba</i>	45	3,43	82	4,36	0,304	2,07	9,9
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	59	4,49	54	2,87	0,309	2,1	9,5
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	48,5	3,69	80	4,25	0,167	1,14	9,1
<i>Eugenia dysenterica</i>	37,5	2,85	52	2,76	0,288	1,96	7,6
<i>Terminalia argentea</i>	29,5	2,25	62	3,29	0,23	1,57	7,1
<i>Guettarda viburnoides</i>	36	2,74	56	2,98	0,156	1,06	6,8
<i>Myrcia tomentosa</i>	30	2,28	52	2,76	0,205	1,4	6,4
<i>Pouteria gardneri</i>	23,5	2,17	18	1,7	0,185	0,96	4,8
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	18	1,45	38	1,7	0,112	1,16	4,3
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	19	1,45	32	2,23	0,17	0,5	4,2
<i>Campomanesia velutina</i>	16,5	1,37	32	2,02	0,159	0,76	4,2
<i>Aspidosperma subincanum</i>	28,5	1,26	32	1,7	0,141	1,08	4,0
<i>Combretum duarceanum</i>	13,5	1,79	40	0,96	0,094	1,26	4,0
<i>Machaerium acutifolium</i>	12,5	1,03	18	2,13	0,23	0,64	3,8
<i>Tapirira guianensis</i>	19	0,95	42	0,96	0,073	1,57	3,5
<i>Guazuma ulmifolia</i>	12	0,84	34	1,38	0,057	0,91	3,1
<i>Erythroxylum daphnites</i>	11	0,91	26	1,81	0,133	0,39	3,1
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	8,5	0,8	22	1,38	0,04	0,23	2,4
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	10,5	0,65	26	1,17	0,034	0,27	2,1
<i>Psidium myrsinites</i>	8,5	0,65	16	0,85	0,057	0,39	1,9
<i>Machaerium scleroxylum</i>	5	0,34	12	0,53	0,106	0,93	1,8
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	5,5	0,38	18	0,64	0,053	0,72	1,7
<i>Simarouba versicolor</i>	6,5	0,42	12	0,96	0,082	0,36	1,7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	3	0,49	14	0,64	0,085	0,56	1,7
<i>Sterculia striata</i>	4,5	0,34	10	0,85	0,137	0,46	1,7
<i>Copaifera langsdorffii</i>	4,5	0,23	16	0,74	0,068	0,58	1,6
<i>Maytenus floribunda</i>	4,5	0,34	14	0,74	0,043	0,3	1,4
<i>Tocoyena formosa</i>	4,5	0,34	14	0,74	0,035	0,24	1,3
<i>Leptolobium dasycarpum</i>	4	0,38	14	0,53	0,036	0,39	1,3
<i>Kielmeyera coriacea</i>	4	0,3	8	0,74	0,061	0,24	1,3
<i>Diospyros hispida</i>	5	0,3	10	0,43	0,057	0,42	1,2
<i>Casearia rupestris</i>	4,5	0,34	12	0,64	0,016	0,11	1,1

Continua...

**Tabela 3.3.** (Continuação)

NOME CIENTÍFICO	DA (ind.ha <sup>-1</sup> )	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	DoR (%)	IVI (%)
<i>Cordia glabrata</i>	3	0,23	12	0,64	0,029	0,2	1,1
<i>Eugenia</i> sp	2	0,15	8	0,32	0,05	0,47	0,9
<i>Amburana cearensis</i>	2	0,15	6	0,43	0,069	0,34	0,9
<i>Lafoensia pacari</i>	3,5	0,27	8	0,43	0,027	0,18	0,9
<i>Tachigali vulgaris</i>	2,5	0,19	10	0,53	0,016	0,11	0,8
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	2	0,15	6	0,32	0,037	0,26	0,7
<i>Machaerium hirtum</i>	2	0,15	6	0,32	0,038	0,25	0,7
<i>Eriotheca pubescens</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,064	0,44	0,6
<i>Luetzelburgia guaissara</i>	1,5	0,11	6	0,32	0,021	0,14	0,6
<i>Protium heptaphyllum</i>	1,5	0,15	4	0,32	0,025	0,05	0,5
<i>Aspidosperma cuspa</i>	2	0,11	6	0,21	0,007	0,17	0,5
<i>Eriotheca candolleana</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,045	0,31	0,5
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1	0,08	4	0,21	0,01	0,1	0,4
<i>Platypodium elegans</i>	1	0,08	4	0,21	0,015	0,07	0,4
<i>Anadenanthera peregrina</i>	1	0,08	2	0,11	0,02	0,14	0,3
<i>Agonandra brasiliensis</i>	1	0,08	4	0,21	0,003	0,02	0,3
<i>Byrsonima crassifolia</i>	1	0,08	4	0,21	0,003	0,02	0,3
<i>Buchenavia tomentosa</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,01	0,1	0,3
<i>Salacia elliptica</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,009	0,07	0,2
<i>Apeiba tibourbou</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,015	0,06	0,2
<i>Qualea grandiflora</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,009	0,06	0,2
<i>Handroanthus ochraceus</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,004	0,03	0,2
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,002	0,02	0,2
<i>Matayba guianensis</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,001	0,02	0,2
<i>Casearia sylvestris</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,002	0,01	0,2
<i>Bauhinia rufa</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,001	0,01	0,2
<i>Sapium glandulatum</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,002	0,01	0,2
<i>Randia armata</i>	0,5	0,04	2	0,11	0,001	0,01	0,2
<b>TOTAL</b>	<b>1313,5</b>	<b>100</b>	<b>1882</b>	<b>100</b>	<b>14,69</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

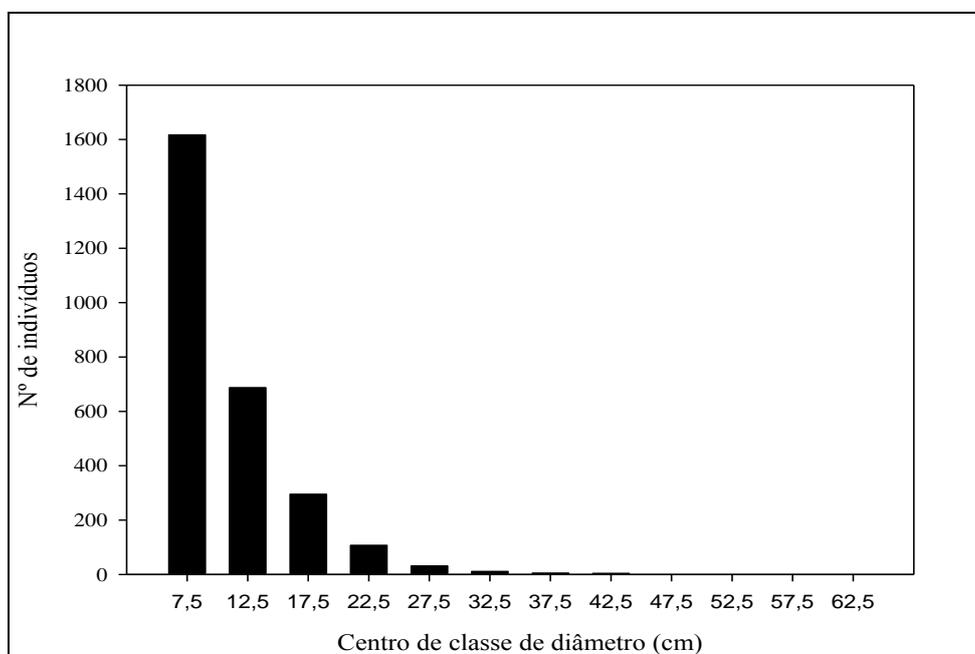
A contribuição mais relevante das cinco primeiras espécies mais importantes é devida a dominância relativa das mesmas (Tabela 3.3), com exceção de *Callisthene fasciculata*, que obteve uma densidade relativa alta, apesar de ser a terceira espécie com maior dominância relativa. Em geral, a frequência das 15 espécies mais importantes é regular, com destaque para *Callisthene fasciculata*, *Myracrodruon urundeuva* e *Tabebuia aurea* que ocorreram em 90% das parcelas amostradas, além da espécie *Dilodendron bipinnatum* que ocorreu em todas as parcelas amostradas.

Dentre as espécies mais importantes na área de estudo, predominam aquelas que geralmente ocorrem nas florestas estacionais decíduais ou semidecíduais do bioma. Contudo, *Curatella americana*, *Magonia pubescens*, *Byrsonima pachyphylla*, *Eugenia dysenterica* e *Terminalia argentea*, típicas de cerrado *sensu stricto* (FONSECA & SILVA JÚNIOR, 2004; BALDUINO *et al.*, 2005), também estiveram entre as mais

importantes. Os valores de IVI dessas espécies foram elevados devido à alta densidade de árvores.

A estrutura da vegetação somou  $14,69 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ , totalizando  $29,38 \text{ m}^2$  nos dois hectares amostrados na área de ecótono. Aproximadamente 40% deste valor foi representado por apenas quatro espécies, que foram as mais importantes na área estudada: *Myracrodruon urundeuva*, *Callisthene fasciculata*, *Dilodendron bipinnatum* e *Pseudobombax tomentosum*.

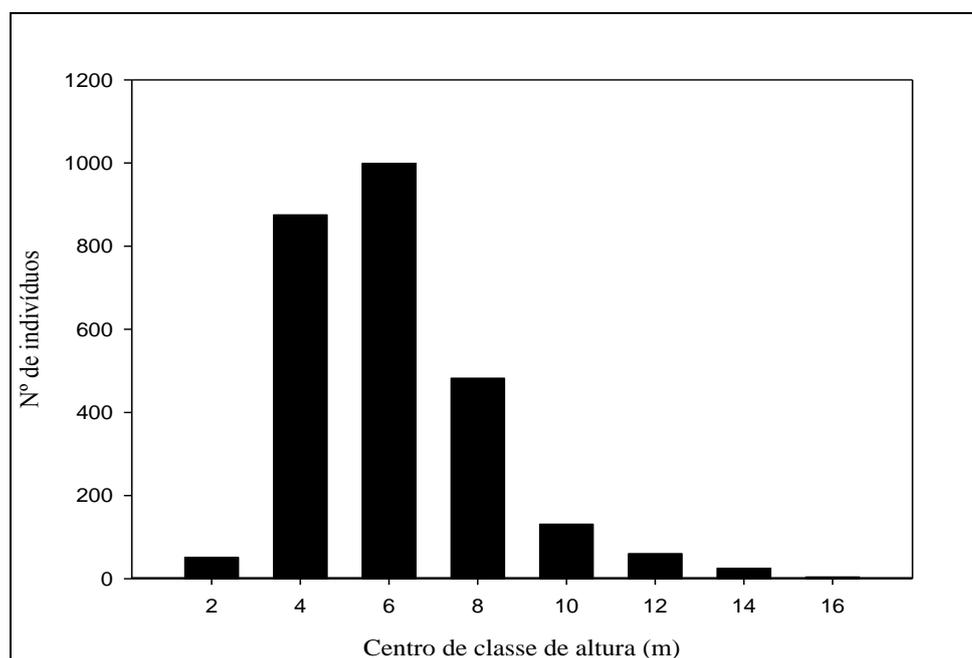
Quanto à estrutura de tamanho, a comunidade foi dividida em 12 classes diamétricas de 5,0 cm de amplitude. A distribuição diamétrica das árvores amostradas na área de estudo (Figura 3.5), que se vê em forma de J-invertido (exponencial negativa), concentrou maior parte das árvores nas primeiras classes de diâmetro, sendo a primeira classe (5 – 10 cm) responsável por incluir 57% do total de árvores amostradas. No entanto, verificou-se que a comunidade arbórea estudada apresenta uma distribuição de árvores equilibrada entre as classes de diâmetro, similar a estudos realizados em florestas naturais sob afloramentos calcários (NASCIMENTO *et al.*, 2004; SILVA & SCARIOT, 2003).



**Figura 3.5** – Distribuição diamétrica das árvores amostradas no fragmento em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no Município de Taguatinga/TO.

As árvores com maiores diâmetros pertenciam a espécie *Pseudobombax tomentosum* (DAP = 64 cm). Além desta, apenas a espécie *Eriotheca pubescens* obteve diâmetro superior a 40 cm. Mais de 50% das árvores amostradas apresentaram DAP entre 5 e 10 cm, classe na qual foram encontradas 59 espécies (84%). Dentre as espécies que não foram registradas na primeira classe diamétrica e ocorreram poucas vezes na amostragem, podendo ser consideradas raras na região estudada, estão *Xylosma pseudosalzmanii* e *Sapium glandulatum*.

Quanto à distribuição das árvores em classes de altura (Figura 3.6), o intervalo de classe de 5 a 7 m apresentou maior número de indivíduos (35%). Grande parte das árvores atinge até cerca de 10 metros de altura, sendo poucas as árvores maiores. Este porte é inferior ao encontrado em florestas estacionais decíduais no Vale do Paraná (NASCIMENTO *et al.*, 2004) e na região central do Goiás (HAIDAR, 2008), e superior ao encontrado em formações savânicas do bioma (FELFILI *et al.*, 2004; ASSUNÇÃO & FELFILI, 2004).



**Figura 3.6** - Distribuição das alturas das árvores amostradas no fragmento em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no Município de Taguatinga/TO.

#### 3.4.4 – Discussão

A flora das fitofisionomias cerrado *sensu stricto* e floresta estacional decidual interpenetram-se na área estudada, formando uma área de ecótono com presença de espécies típicas das duas fisionomias, com destaque para a formação florestal decidual, comum na região sudeste do estado do Tocantins (IBGE, 1992; NASCIMENTO *et al.*, 2004).

A área de ecótono estudada corrobora a classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992) para o Município de Taguatinga/TO. A riqueza de espécies foi alta e superior à encontrada em alguns estudos nas formações florestais e savânicas do bioma, reflexo do contato entre diferentes fitofisionomias. O ecótono estudado apresentou grande heterogeneidade florística, associada a variações na área basal ao longo do gradiente amostrado. Além disso, a elevada densidade e a reduzida área basal de algumas espécies reflete certo nível de perturbação, principalmente pela retirada de madeira.

Em geral, a comunidade amostrada apresentou semelhança entre os parâmetros fitossociológicos e padrões comuns de distribuição diamétrica das duas fitofisionomias que se contatam na área. Isto sugere caráter autorregenerante, com espécies típicas de cerrado *sensu stricto* e floresta estacional decidual, consideradas mais importantes. Não obstante, a presença de espécies encontradas em matas de galeria ao longo do bioma reflete o ecótono encontrado na região.

O número total de espécies (70) registradas no fragmento estudado pode ser considerado alto tomando para comparação alguns estudos realizados nas florestas estacionais, em áreas de cerrado *sensu stricto* e em áreas de transição no bioma Cerrado (Tabela 3.4). Todos os estudos apresentados possuem universo amostral padronizado de 1 (um) hectare, com exceção do presente estudo, que apesar de ter amostrado uma área total de 2 (dois) hectares, atingiria a mesma riqueza florística com apenas um hectare amostrado de forma sistemática. O limite de inclusão dos estudos tem o diâmetro igual ou superior a 5,0 cm. Os estudos estão ordenados por tipo de formação, região onde foram realizados e ano da publicação, exceto para o caso do presente estudo.

**Tabela 3.4** – Resumo de informações florísticas e quantitativas das comunidades arbóreas em florestas estacionais e formações savânicas do bioma Cerrado.

<b>Tipo de formação/Local/Autores</b>	<b>DA (ind.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>DoA (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>H'</b>	<b>J'</b>	<b>Nº de espécies</b>	<b>Similaridade (Sorensen)</b>
Decidual/São Domingos - GO/ Silva & Scariot (2003)	588	8,45	2,99	0,83	36	30%
Decidual/Monte Alegre - GO/ Nascimento <i>et al.</i> (2004)	663	19,36	3,03	0,83	52	43%
Decidual/São Domingos - GO/ Silva & Scariot (2004)	924	9,9	2,99	0,77	48	39%
Decidual/Iaciara - GO/ Carvalho (2009)	737	16,46	2,78	0,73	45	42%
Decidual/Campos Belos -GO/ Rocha (2011)	1159	10,34	2,74	0,69	53	79%
Decidual/Araguari - MG/ Siqueira <i>et al.</i> (2009)	1965	16,25	2,76	0,66	64	46%
Decidual/Sant. da Serra - MG/ Arruda <i>et al.</i> (2011)	512	-	2,78	0,78	60	23%
Semidecidual/Fercal - DF/ Haidar (2008)	1840	22,72	3,43	0,78	80	50%
Semidecidual/Diorama - GO/ Santos-Diniz & Souza (2011)	1463	-	3,49	-	49	40%
Cerrado <i>sensu stricto</i> /DF/ Andrade <i>et al.</i> (2002)	1964	13,28	3,53	-	63	12%
Cerrado <i>sensu stricto</i> /DF/ Fonseca & Silva-Júnior (2004)	1219	8,57	3,16	-	53	21%
Cerrado <i>sensu stricto</i> /GO/ Silva <i>et al.</i> (2002)	1907	16,25	-	-	56	17%
Cerrado <i>sensu stricto</i> /MT/ Felfili <i>et al.</i> (2002)	995	7,5	3,69	0,84	80	36%
Cerrado <i>sensu stricto</i> /MT/ Mews <i>et al.</i> (2011)	1106	14,54	3,78	0,86	80	31%
Contato/Gaúcha do Norte –MT/ Ivanauskas (2002)	1122	20,49	3,5	0,85	63	13,5%
Ecótono/Taguatinga/TO/ Silva (2011)	1518	19,03	3,48	0,81	71	80%
<b>Ecótono/Taguatinga/TO/ Presente estudo (2012)</b>	<b>1313</b>	<b>14,7</b>	<b>3,41</b>	<b>0,80</b>	<b>70</b>	<b>-</b>

A Tabela 3.4 apresenta estudos realizados nas duas fitofisionomias que se contatam na área de tensão ecológica amostrada (cerrado *sensu stricto* e floresta estacional), bem como os resultados do presente estudo, para comparação. Além destas informações, a similaridade florística da área estudada no Município de Taguatinga/TO foi calculada

levando em consideração a florística de outras áreas savânicas e florestais ao longo do bioma.

Um número de espécies similar foi encontrado por Silva (2011) em área de ecótono savana-floresta, por Felfili *et al.* (2002) e por Mews *et al.* (2011) em áreas de cerrado *sensu stricto* no Mato Grosso, e por Haidar (2008) em floresta semidecidual no DF. Já outros estudos apresentaram menor riqueza florística e menor diversidade de espécies. Contudo, a maioria dos estudos citados não foi realizada em áreas de transição savana-floresta, tornando-se necessários monitoramentos nessas áreas que comprovem a relação florística evidenciada bem como o possível avanço de uma fitofisionomia sobre outra, principalmente em ambientes com ocorrência de distúrbios.

Reportando aos estudos apresentados na Tabela 3.4, verifica-se que o presente estudo possui considerável diversidade de espécies, justificada pela grande heterogeneidade florística da vegetação amostrada, já que a mesma está inserida em área de ecótono savana-floresta.

Foi constatado que a similaridade florística de Sorensen (qualitativa) com a comunidade arbórea amostrada em área de ecótono savana-floresta, em fragmento próximo ao do presente estudo (SILVA, 2011) e em floresta estacional decidual no norte do Estado de Goiás (ROCHA, 2011) é de 80% e 79%, respectivamente. Essa similaridade é considerada alta, possivelmente pela proximidade entre áreas e pelas condições ambientais semelhantes.

### **3.5 – CONCLUSÕES**

- A ocorrência de espécies comuns às diferentes fitofisionomias do bioma Cerrado – cerrado *sensu stricto* e floresta estacional decidual – revela a alta diversidade florística encontrada e corrobora a classificação da vegetação na região como área de ecótono, o que ressalta sua importância para a conservação da biodiversidade.
- A floresta estacional decidual, comum na região sudeste do Estado do Tocantins, ocorrendo geralmente sob afloramentos calcários, exerce maior influência no ecótono

amostrado, já que muitas espécies típicas dessa fitofisionomia estão entre as mais importantes da área.

- Apesar de possuir evidências de distúrbios, a área estudada se encontra em pleno desenvolvimento e possui elevada riqueza e diversidade de espécies, além de considerável similaridade florística tanto com formações florestais quanto com formações savânicas do bioma Cerrado. Este fato reflete a grande heterogeneidade florístico-estrutural esperada em áreas de transição.

## **4 – FATORES AMBIENTAIS E A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM ÁREA DE ECÓTONO FLORESTA ESTACIONAL-CERRADO *SENSU STRICTO* NO MUNICÍPIO DE TAGUATINGA, TOCANTINS**

### **4.1 – INTRODUÇÃO**

O funcionamento dos ecossistemas no Cerrado apresenta influência, dentre outros fatores, da estacionalidade climática, das queimadas e da disponibilidade de nutrientes essenciais, sendo que diferentes formas fisionômicas da vegetação são consequência direta de gradientes edáficos, associados a variações geomorfológicas, como profundidade, presença de concreções no perfil, altura do lençol freático, drenagem e fertilidade (EITEN, 1994; HARIDASAN, 2000).

Grande parte dos ecossistemas tropicais pode desenvolver aparência escleromórfica, permitindo assim, associá-los exclusivamente a ambientes savânicos (UNESCO, 2000). No entanto, as formações florestais são expressivas, mesmo cobrindo menor extensão (FELFILI, 2003), como é o caso das florestas de galeria, associadas aos cursos d'água e das florestas decíduas e semidecíduas que ocorrem sobre afloramentos de rochas calcárias ou derramamentos basálticos de alta fertilidade (SIQUEIRA *et al.*, 2009).

Em ecótonos savânicos-florestais, onde elementos florísticos das duas formações adjacentes se misturam, as características químicas do solo apresentam ampla variação, resultante da inter-relação entre os fatores de formação, declividade do terreno, cobertura vegetal e uso do solo (PINHEIRO *et al.*, 2009). Ao longo desse gradiente edáfico, a variação abrange características comuns às encontradas tanto em áreas de formações savânicas, como o cerrado *sensu stricto*, quanto em áreas de formações florestais, como as florestas estacionais, geralmente em solos mais férteis sob afloramentos calcários (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2002; PEREIRA *et al.*, 2011).

O solo savânico é geralmente caracterizado pela baixa capacidade de troca catiônica e bases trocáveis, que sofrem influência direta das partículas de argila e matéria orgânica (MOTTA *et al.*, 2002) produzida pela decomposição da serapilheira, apresentando boa

capacidade de retenção de umidade no solo (FERNANDES, 2000). Os baixos valores para saturação de bases, encontrados em solos savânicos, decorrem da constante lixiviação e intemperismo, aos quais estão sujeitos (MOTTA *et al.*, 2002). Nesses solos, os baixos valores para fósforo e soma de bases, encontrados nos horizontes superficiais, tendem a decrescer com o aumento da profundidade (EITEN, 1972; EITEN, 1994).

A floresta estacional decidual, por sua vez, tem solo descrito como menos profundo, com valores mais elevados para fósforo e soma de bases, havendo ainda concentrações menores de alumínio, quando comparado com o solo das formações savânicas (EITEN, 1972; PEREIRA *et al.*, 2011). Inicialmente, acreditava-se que a distribuição de espécies e a heterogeneidade espacial eram limitadas exclusivamente pela disponibilidade de água (MOONEY *et al.*, 1995), mas, posteriormente, passou-se a considerar também as variáveis ambientais que limitariam essa disponibilidade, tais como a topografia e as características dos solos (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1998; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002).

Alguns trabalhos tentaram analisar os fatores abióticos envolvidos na definição dos limites e distribuição tanto do cerrado *sensu stricto* quanto da floresta estacional decidual. A conclusão que muitos chegaram foi que o solo, através de suas características físico-químicas e, muitas vezes, da própria topografia do terreno, exerce influência preponderante na distribuição das espécies arbustivo-arbóreas das duas formações (EITEN, 1972; COLE, 1992; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2002; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002).

Diante desse cenário, uma das principais questões inerentes ao estudo de comunidades vegetais é a determinação dos fatores responsáveis pela sua estrutura e distribuição. Essa questão é importante principalmente em áreas de transição entre duas ou mais fitofisionomias, onde estudos fitogeográficos são ainda mais escassos (IVANAUSKAS, 2002; KUNZ *et al.*, 2009; MENDES *et al.*, 2010). Dentre elas, a caracterização da variabilidade espacial dos atributos dos solos é essencial para alcançar a melhor compreensão das complexas relações entre suas propriedades, bem como de outros fatores ambientais, com a distribuição da vegetação ao longo de gradientes (PINHEIRO *et al.*, 2009).

Pinheiro *et al.* (2009) ressaltam que são encontrados nessas áreas de transição importantes padrões florístico-estruturais comuns às formações adjacentes que se contatam. Por outro lado, diante da grande heterogeneidade ambiental encontrada nessas áreas, tais características podem se tornar mais específicas, sendo influenciadas pelo tipo de distúrbio decorrente na área, pelo estágio sucessional da vegetação e pela preferência das espécies por diferentes condições edáficas relativas às formações que se contatam.

Diversos estudos buscaram divulgar padrões florísticos dentro do Cerrado por comparações, usando técnicas de análise multivariada (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2002; SCARIOT & SEVILHA, 2005; HAIDAR, 2008; CARVALHO & FELFILI, 2011). Estas informações são de grande importância para avaliar os impactos antrópicos, planejar a criação de unidades de conservação, além da adoção de técnicas de manejo da vegetação, conservação e recuperação de ambientes degradados.

Desta forma, além de contribuir para a caracterização florístico-estrutural da área de ecótono entre floresta estacional decidual e cerrado *sensu stricto* estudada no Município de Taguatinga/TO, o presente estudo visou avaliar a influência de fatores ambientais na distribuição da vegetação ao longo do gradiente.

## **4.2 – OBJETIVO**

Analisar a relação de fatores ambientais com a distribuição das espécies arbustivo-arbóreas em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no sudeste do Estado do Tocantins.

## **4.3 – MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.3.1 - Descrição da área de estudo**

Veja descrição apresentada no Capítulo 3, item 3.3.1 (página 17).

## **4.3.2 – Coleta de Dados**

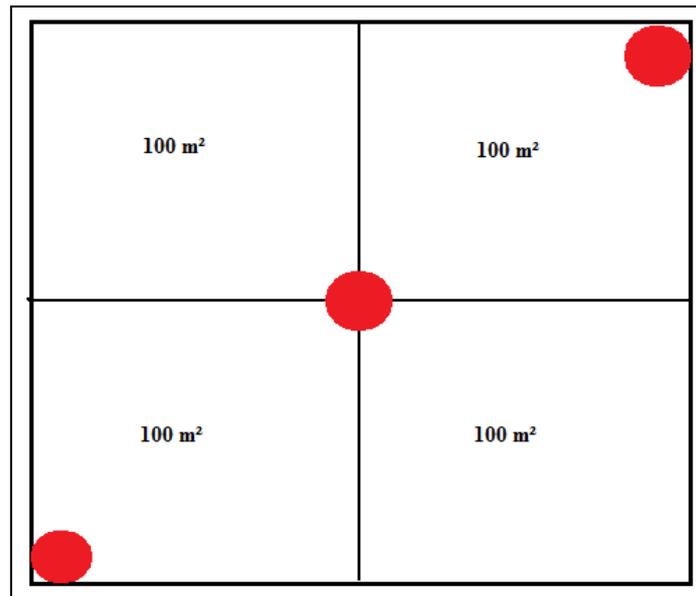
### 4.3.2.1 - Inventário florestal

Veja descrição apresentada no Capítulo 3, item 3.3.2.1 (página 21).

### 4.3.2.2 - Solos

Em cada uma das 50 parcelas de 20 x 20 m alocadas ao longo dos três transectos do fragmento de área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, foram coletadas três (3) amostras de solos em três posições ao longo de uma linha divisória da parcela, sendo uma no início, outra no meio e outra no final (Figura 4.1). Em cada posição, as amostras foram coletadas em três profundidades: 0 - 10 cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm com auxílio de equipamentos para cortar o perfil (Figura 4.2). As profundidades de coleta foram selecionadas devido à maior parte das raízes estarem concentradas nessa faixa, bem como a maior variação de umidade, principalmente na camada superficial (VAN DEN BERG & SANTOS, 2003).

As amostras coletadas em cada profundidade foram misturadas e homogeneizadas e uma amostra composta com cerca de 0,5 Kg de solo retirada para realização das análises das propriedades químicas e físicas do solo. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos Viçosa Ltda, segundo protocolo da Embrapa (1997). As variáveis do solo analisadas foram: pH, teores de P, K, Ca, Mg e H+Al; soma de bases (valor S), saturação por bases (valor V), CTC, matéria orgânica, Zn, Fe, Mn, Cu e B; teores de areia, silte e argila.



**Figura 4.1** – Representação esquemática das 3 sub-amostras onde as coletas de solos foram realizadas em cada parcela (400 m<sup>2</sup>), em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no Município de Taguatinga/TO.



**Figura 4.2** – Procedimento de coleta (a) e perfil (b) de solos em unidade amostral em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no Município de Taguatinga/TO.

#### 4.3.2.3 - Rochosidade e declividade

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), rochosidade refere-se à exposição do substrato rochoso, lajes de rochas, parcelas de camadas delgadas de solos sobre rochas e/ou predominância de pequenos blocos com diâmetro médio maior que 100 cm, na superfície ou na massa do solo, em quantidades tais, que tornam impraticável o uso de máquinas agrícolas. A fase rochosa é identificada nos solos que apresentam as seguintes classes de rochosidade: pouco rochosa, rochosa, muito rochosa e extremamente rochosa.

Sendo assim, para caracterizar a área de estudo quanto a rochosidade, as parcelas de 20 x 20 m amostradas ao longo dos três transectos do fragmento foram classificadas em níveis de rochosidade, ou seja, exposição do substrato rochoso ou afloramentos calcários presentes na superfície do solo. Considerou-se neste estudo níveis de rochosidade variando de 1 a 4, conforme estabelecido por Haidar (2008), ou seja: a) nível 1 - área pouco rochosa (até 25% da área coberta por rocha); nível 2 - área rochosa (26 a 50% da área coberta por rocha); nível 3 - área muito rochosa (51 a 75% da área coberta por rocha) e nível 4 - área extremamente rochosa (76 a 100% da área coberta por rocha).

Buscou-se também avaliar a variação na declividade do terreno considerando a condição de cada parcela. Desta forma, a declividade do terreno foi tomada no início de cada parcela, no sentido perpendicular à inclinação do terreno, com a utilização de um clinômetro digital. As medidas foram expressas em percentagem (%).

### **4.3.3 – Análise de Dados**

#### 4.3.3.1 – Propriedades químicas e físicas do solo

O solo da área estudada foi caracterizado de acordo com as suas propriedades químicas e físicas. Além disso, para avaliar a existência de diferenças significativas entre as características físicas e químicas do solo nas três profundidades de solo (0 - 10 cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm) analisadas, os dados foram submetidos a análises de variância

(ANOVA), considerando um delineamento inteiramente casualizado, em que as três profundidades foram consideradas os tratamentos e o número de amostras, as repetições. Portanto, para cada variável considerada, foram analisados três tratamentos (profundidades de solo: 0 - 10 cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm), com 50 repetições. As análises foram realizadas considerando um nível de 5% de significância.

Para o caso de haver diferença significativa entre tratamentos (profundidades) para uma determinada variável do solo analisada, foi utilizado o teste de Tukey para comparação das médias. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se *software* SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) versão 5.0.

#### 4.3.3.2 – Rochosidade e declividade

A partir dos dados de níveis de rochosidade e de declividade de cada parcela amostrada foi realizada a caracterização do fragmento considerando estas duas variáveis ambientais. Uma análise de correlação simples entre essas variáveis e as variáveis densidade ( $\text{ind.ha}^{-1}$ ) e área basal ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ) da vegetação arbórea local também foi realizada.

#### 4.3.3.3 – Relação vegetação x fatores ambientais

Inicialmente foi realizada uma análise de correlação entre fatores ambientais (características químicas e físicas do solo, rochosidade e declividade) e variáveis densidade e área basal, com o objetivo de detectar alguma relação forte entre um ou mais fatores ambientais e a vegetação. Essa análise foi fundamental para a escolha das variáveis que compuseram as análises multivariadas.

Para detectar padrões na composição florística, na estrutura da vegetação e na distribuição das espécies no fragmento estudado, que pudessem ser explicados por fatores ambientais, foram utilizados duas técnicas de análise multivariada: classificação (análise de grupos) e ordenação (análise de gradientes) (KENT & COKER, 1992). A classificação compreende um conjunto de técnicas multivariadas com objetivo de agrupar um conjunto de unidades amostrais com base nos seus atributos (FELFILI *et*

*al.*, 2011). As técnicas de classificação são aplicadas para a redução e exploração dos dados de vegetação, buscando detectar possíveis padrões e ordem em determinado grupo de dados.

A classificação hierárquica denominada TWINSpan - "Two Way Indicator Species Analysis" (KENT & COKER, 1992; McGARIGAL *et al.*, 2000), baseada nas variáveis presença e ausência de espécies, densidade e área basal, foi utilizada para investigar possíveis padrões nos dados da vegetação que poderiam estar relacionados com as características dos solos e a heterogeneidade ambiental. O TWINSpan tem sido amplamente utilizado em estudos de vegetação (FELFILI *et al.*, 2011).

É um método muito eficiente em análises de vegetação, pois não só classifica as unidades amostrais com base nas espécies, como constrói e ordena tabelas tanto para as unidades amostrais quanto para as espécies. Por se tratar de uma técnica hierárquica, os resultados podem ser expressos em forma de dendrograma, que facilita a interpretação dos resultados (FELFILI *et al.*, 2011). Em estudos de vegetação, as divisões da classificação pelo método TWINSpan são consideradas fortes, com significado ecológico, se os autovalores forem superiores a 0,3 (KENT & COKER, 1992). O autovalor é um coeficiente de variação dos desvios padrões individuais dos perfis de abundância das espécies e é utilizado como medida de significância em análises multivariadas (KENT & COKER, 1992).

A ordenação compreende um conjunto de técnicas multivariadas cujo propósito é organizar dados de unidades amostrais ao longo de eixos de um diagrama, com fácil interpretação e menor perda de informação (FELFILI *et al.*, 2011). Dentre as principais vantagens do método de ordenação estão a rápida e intuitiva interpretação do relacionamento das espécies com o ambiente (FELFILI *et al.*, 2011).

As técnicas de ordenação PCA (Análise de Componentes Principais) e CCA (Análise de Correspondência Canônica) foram utilizadas neste estudo, visando avaliar as inter-relações entre fatores ambientais como declividade, rochosidade e composição química e física do solo com a florística, a estrutura da vegetação e a distribuição das espécies arbóreas na área (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1998; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2002; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002). A PCA é uma técnica de ordenação indireta

que condensa as informações contidas em um grande número de variáveis em um pequeno grupo de novas composições dimensionais, tal que o arranjo dos pontos sofra a menor distorção possível, preservando a estrutura original dos dados (KENT & COKER, 1992; McGARIGAL *et al.*, 2000).

A CCA é a técnica de análise direta de gradientes mais empregada atualmente em análise de vegetação (FELFILI *et al.*, 2011). Como resultado, as variáveis ambientais são representadas por setas e podem ser interpretadas junto com os pontos de espécies, onde as setas representam um eixo e os pontos de espécies podem ser projetados neste eixo (FELFILI *et al.*, 2011). Não obstante, a CCA possui um benefício adicional: as variáveis ambientais podem ser representadas por setas junto com os valores (“scores”) das espécies e das parcelas.

Assim, quanto mais próxima uma parcela ou espécie estiver da ponta da seta, mais correlacionada ela estará com a variável ambiental representada pela seta (KENT & COKER, 1992; McGARIGAL *et al.*, 2000). Os resultados da CCA podem ser interpretados a partir dos autovalores e pela percentagem de variação explicada em cada eixo. O autovalor é a medida de extensão de um eixo, refletindo a quantidade de variação ao longo dele e, teoricamente, expressa a importância de um gradiente ecológico (FELFILI *et al.*, 2011).

Para realização das análises multivariadas foram utilizadas as seguintes matrizes de dados: matriz de densidade e área basal com 32 espécies arbustivo-arbóreas (espécies com mais de 10 indivíduos na amostragem - DAP  $\geq$  5,0 cm) e 50 parcelas (20 x 20 m); matriz de fatores ambientais com declividade e propriedades químicas do solo.

As análises foram realizadas tanto para os dados normais quanto para os dados transformados (FELFILI *et al.*, 2011). As matrizes ambientais foram transformadas com o intuito de diminuir a grandeza da variação dos dados, já que são expressas diferentes unidades de medida. Para as variáveis contínuas, a transformação usada foi a logaritmização. Além disso, todos os valores das matrizes foram ajustados ao desvio padrão. Para todas as análises utilizou-se o *software* PC-ORD 5.0.

## **4.4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.4.1 – Propriedades físicas e químicas do solo**

A Tabela 4.1 apresenta os valores médios, máximos e mínimos e o coeficiente de variação (CV%) das propriedades químicas e físicas do solo amostrado no fragmento de área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, considerando as profundidades de 0 - 10 cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm. Com base em EMBRAPA (2006), o solo na área estudada é caracterizado como bem drenado, pouco profundo (50 -100 cm) e de textura argilosa à franco-argilosa. O pH do solo nas profundidades de 0 - 10cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm (Tabela 4.1) foi em média igual a 6,9. Segundo critérios adotados (EMBRAPA, 2006), as classes de reação do solo são distinguidas conforme as os seguintes valores de pH: extremamente ácido (< 4,3); fortemente ácido (4,3 a 5,3); moderadamente ácido (5,4 a 6,5); praticamente neutro (6,6 a 7,3); moderadamente alcalino (7,4 a 8,3) e fortemente alcalino (> 8,3).

**Tabela 4.1** – Média, valores máximos e mínimos e coeficiente de variação (CV%) das propriedades químicas e físicas do solo coletado nas profundidades de 0 - 10 cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm, em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no Município de Taguatinga/TO.

Profundidade	pH	P (mg/dm <sup>3</sup> )	K (mg/dm <sup>3</sup> )	Ca	Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	H+Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	SB	T	V (%)	MO (dag/kg)	Zn	Fe	Mn (mg/dm <sup>3</sup> )	Cu	B	Argila	Silte (%)	Areia	
0 - 10 cm	Média	6,9	7,7	184,6	9,0	3,9	3,2	13,4	16,5	80,4	6,2	2,9	11,1	115,0	1,2	0,2	39,1	34,9	26,3
	Máximo	7,6	47,5	210,0	13,8	5,8	4,8	18,5	21,0	89,0	9,2	6,0	27,6	227,0	2,9	0,8	53,0	44,0	39,0
	Mínimo	6,4	2,5	115,0	5,7	2,7	1,8	9,8	13,2	72,0	2,7	1,4	3,2	55,9	0,5	0,0	29,0	21,0	14,0
	CV %	3,5	98,1	9,4	19,9	18,8	21,5	16,4	11,7	6,2	20,7	38	53,7	37,1	38,1	79,0	10,3	16,2	22,8
20 - 30 cm	Média	6,9	10,2	99,6	6,7	4,0	2,6	10,9	13,6	80,1	3,1	1,3	16,8	66,8	1,9	0,1	41,5	35,5	23,2
	Máximo	7,7	59,8	166,0	9,9	6,2	4,0	14,4	17,1	92,0	4,8	4,2	34,4	198,4	3,2	0,2	52,0	45,0	42,0
	Mínimo	6,4	1,1	68,0	3,7	2,1	1,0	7,5	10,1	67,0	2,3	0,4	4,0	27,1	0,4	0,0	28,0	23,0	7,0
	CV %	4,4	148,4	24,2	24,7	22,0	26,9	18,5	13,3	7,9	20,2	49	41,7	48,0	32,4	105,0	13,2	13,3	27,2
40 - 50 cm	Média	6,9	14,0	78,5	6,2	4,1	2,4	10,5	12,9	81,1	2,3	1,1	20,5	47,3	1,8	0,0	42,3	34,4	23,5
	Máximo	8,3	120,4	160,0	9,5	6,4	4,5	13,4	15,8	100,0	4,0	3,0	59,2	129,7	3,7	0,1	59,0	48,0	39,0
	Mínimo	6,2	0,7	26,0	3,5	2,6	0,0	7,3	9,0	66,0	1,2	0,3	2,6	21,3	0,6	0,0	32,0	23,0	12,0
	CV %	5,8	182,9	37,2	25,6	24,1	35,7	17,5	13,5	8,6	23,5	52	48,0	45,9	41,9	114,0	15,9	17,5	24,7

P - K - Fe - Zn - Cu - Mn - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator KCl 1 mol/L; H+Al - Extrator Acetato de Calcio 0,5 mol/L pH 7,0; B - Extrator água quente; SB - Soma de Bases Trocáveis; CTC(t) Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC(T) Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V - Índice de Saturação de Bases; Mat. Org. (MO) = C.Org. x 1,724 – Walkley Black.

Pode-se afirmar que o solo na área de ecótono estudada variou de moderadamente ácido, com valores entre 6,2 a 6,4, a moderadamente alcalino (7,6 a 8,3), evidenciando assim, o contato entre duas fitofisionomias distintas do bioma Cerrado. O valor máximo de pH (8,3) foi registrado na profundidade de 40 - 50 cm, assim como o valor mínimo (6,2), resultado da variação do pH do solo nessa profundidade e da grande heterogeneidade ambiental encontrada na área estudada. Além disso, essa camada do solo apresentou maiores concentrações dos macro-nutrientes fósforo e magnésio, dos micro-nutrientes ferro e cobre, além de relevante saturação por bases.

A camada superficial do solo (0 - 10cm) pouco variou em relação ao pH (6,4 a 7,6) quando comparada às profundidades de 20 - 30 cm e 40 - 50 cm, e apresentou elevadas concentrações dos outros macro-nutrientes analisados, potássio e cálcio, além de maior quantidade de matéria orgânica. Com relação aos micro-nutrientes, zinco e manganês são mais representativos nessa camada.

As parcelas localizadas nas áreas mais planas, com poucos afloramentos calcários, apresentaram solos mais ácidos, característica da fitofisionomia cerrado *sensu stricto* (HARIDASAN, 2000; RIBEIRO & WALTER, 2008). Já as unidades amostrais localizadas em áreas com declive mais acentuado, com presença de rochas calcárias, apresentaram solos com mais alcalinos e com maior saturação por bases, frequentes em florestas estacionais (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2002; PEREIRA *et al.*, 2011). Além disso, diversas parcelas com florística e estrutura similares à encontrada nessas duas fitofisionomias, apresentaram solos mesotróficos, importante resultado que pode ser considerado para áreas de contato savana-floresta.

O solo apresentou textura argilosa, com teor médio de argila variando de 39,1 a 42,3 %, nas profundidades de 0 - 10 cm a 40 - 50 cm, respectivamente. Os teores de matéria orgânica são considerados altos, além da alta concentração do nutriente cálcio e alta saturação por bases. Além disso, as médias dos níveis de cálcio obtiveram valores considerados altos (HARIDASAN, 2000).

Pelos valores da saturação por bases (V), o solo da área estudada pode ser considerado eutrófico, já que em todas as profundidades analisadas a saturação por bases foi superior

a 50% (Tabela 4.1), o que é comum em florestas estacionais, que são caracterizadas por apresentarem solos mais férteis (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2002).

Verificou-se, a partir dos resultados da análise de variância (ANOVA) (Tabela 4.2) que apenas os nutrientes cálcio, zinco e manganês, além da matéria orgânica, apresentam concentrações significativamente diferentes de acordo com a profundidade do solo. A partir do teste de médias de Tukey foi evidenciado que o nutriente que possui maior variação ao longo do perfil do solo analisado é o manganês (Mn), apresentando maior concentração na camada superficial (0 - 10cm) e menor concentração na camada mais profunda do solo (40 - 50 cm).

**Tabela 4.2** – Análise de variância dos fatores ambientais que apresentaram diferenças significativas nas três diferentes profundidades de solo analisadas. FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = valor F calculado; Prof. = profundidade.

Fator	FV	GL	SQ	QM	F calc.
Ca	Prof.	2	230,9	115,45	41,82*
	Resíduo	147	405,79	2,76	
Zn	Prof.	2	90,48	45,24	70,95*
	Resíduo	147	93,72	0,63	
Mn	Prof.	2	121391,8	60695,8	54,61*
	Resíduo	147	163354,8	1111,2	
MO	Prof.	2	420,76	210,38	268,49*
	Resíduo	147	115,18	0,78	

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.4.2 – Caracterização da rochosidade e declividade

Quanto a rochosidade verificou-se que o fragmento estudado é caracterizado principalmente por uma superfície pouco rochosa (72% das unidades amostrais). O restante da área (28% das unidades amostrais) apresenta superfície muito rochosa (16%) e extremamente rochosa (12%).

Quanto a declividade, verificou-se que o relevo na área de estudo (EMBRAPA, 2006) varia de ondulado, com declives moderados (8% a 20% de declividade) a forte ondulado, com declives de 20% a 45% de declividade. A vegetação com maior

influência florística e estrutural da fitofisionomia floresta estacional decidual, sobre afloramentos calcários, foi registrada em áreas com maior declividade e presença de afloramentos calcários.

#### 4.4.3 – Relação vegetação x fatores ambientais

A seleção das variáveis ambientais utilizadas na análise multivariada foi feita a partir da correlação dos parâmetros densidade e área basal por parcela com variáveis representativas das propriedades químicas e físicas do solo, bem como com a declividade e a rochosidade. Verificou-se que, de forma geral, as correlações foram baixas.

A Tabela 4.3 apresenta os resultados das maiores correlações encontradas entre as características ambientais analisadas e as variáveis densidade e área basal, considerando as três profundidades do solo analisadas. Os resultados mostram que nenhuma das características ambientais apresentou correlação muito forte ( $\pm 0,7$  a  $\pm 1,0$ ) com os parâmetros densidade e área basal. Verificou-se que Fe, Mn e declividade possuem maior correlação com a área basal da comunidade amostrada.

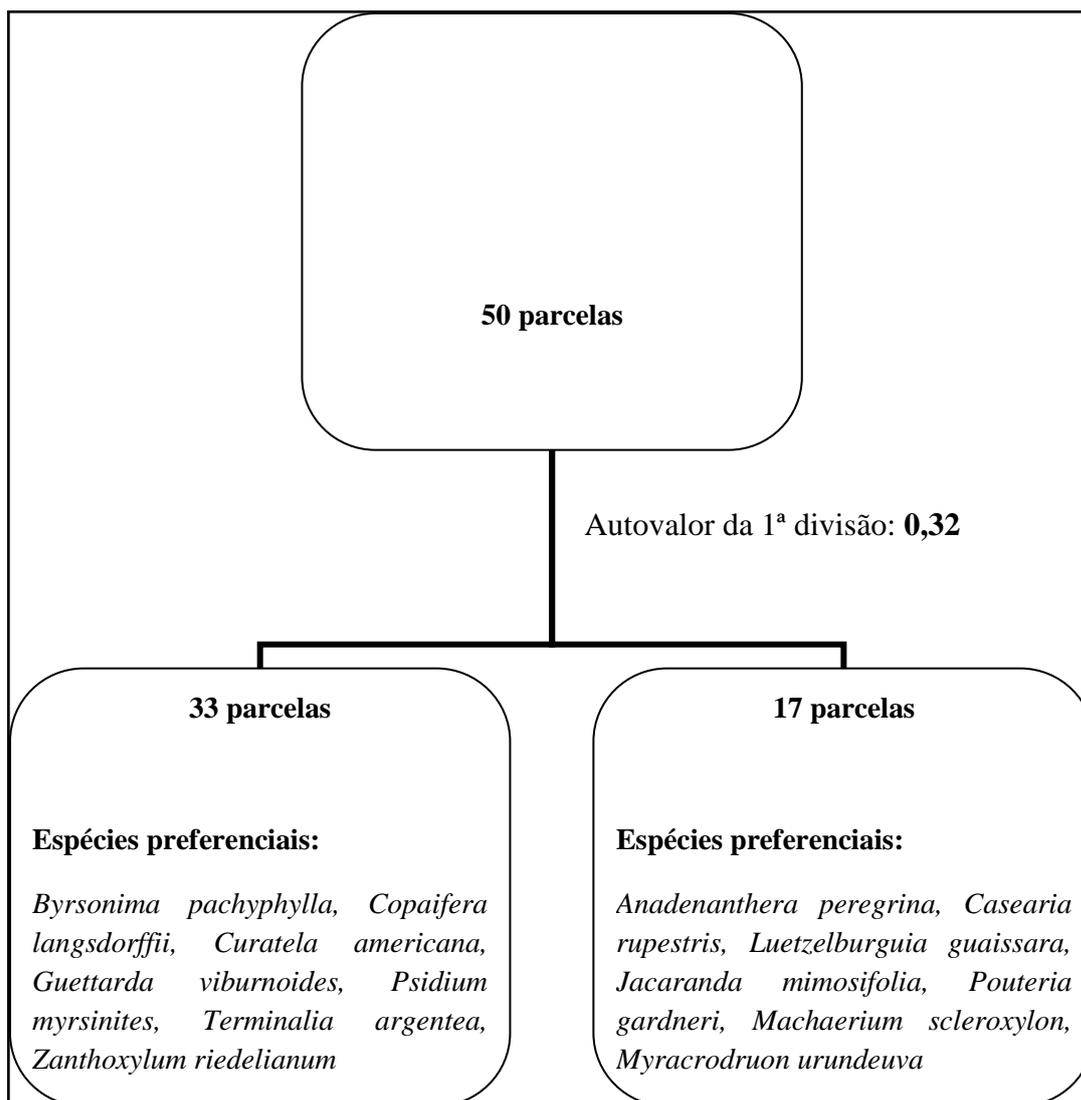
**Tabela 4.3** – Correlação entre as características ambientais e as variáveis densidade e área basal, considerando as três profundidades de solos analisadas. Em destaque as correlações mais fortes.

Fator ambiental	0 - 10 cm		20 - 30 cm		40 - 50 cm	
	Densidade	Área basal	Densidade	Área basal	Densidade	Área basal
<b>Ca</b>	-0,37	0,17	-0,28	0,37	-0,33	0,52
<b>Mg</b>	-0,11	-0,48	0,03	-0,47	0,03	-0,52
<b>Zn</b>	-0,34	0,48	-0,16	0,45	0,00	0,23
<b>Fe</b>	0,21	<b>-0,66</b>	0,18	-0,53	0,18	-0,36
<b>Mn</b>	-0,26	0,39	-0,30	<b>0,54</b>	-0,25	<b>0,63</b>
<b>Declividade</b>	0,10	<b>0,53</b>	-	-	-	-

#### 4.4.3.1 – Análise TWINSpan

A análise TWINSpan foi realizada considerando a densidade e área basal por espécie. Os resultados foram mais significativos para a variável área basal, que apresentou na primeira divisão autovalor de 0,32. Nas demais divisões o autovalor não foi significativo (inferior a 0,3). A primeira divisão do dendrograma (Figura 4.3) separou as parcelas em um primeiro grupo composto por 33 parcelas e o segundo por 17 parcelas. No segundo grupo, todas as parcelas foram caracterizadas por apresentarem maior declividade e maior rochosidade.

As espécies indicadoras na primeira divisão foram *Curatela americana*, *Pseudobombax tomentosum*, *Byrsonima pachyphylla* e *Guettarda viburnoides*. Estas espécies pertencem ao primeiro grupo da divisão, constituído por um maior número de parcelas. É importante destacar que *Curatela americana* e *Byrsonima pachyphylla* foram consideradas frequentes em áreas de contato savana-floresta e em áreas de cerrado *sensu stricto* (BRIDGEWATER *et al.*, 2004).



**Figura 4.3** – Dendrograma de classificação hierárquica (TWINSpan) das unidades amostrais em dois grupos principais com espécies preferenciais, caracterizando a área de ecótono no Município de Taguatinga/TO.

O segundo grupo, com forte influência da declividade e da rochosidade do terreno, foi representado pela elevada densidade e dominância de espécies com alto índice de ocorrência em florestas estacionais decíduais, como *Myracrodruon urundeuva*, *Pouteria gardneri*, *Luetzelburgia guaissara*, *Combretum duarteanum*, *Anadenanthera peregrina*, *Jacaranda mimosifolia* e *Machaerium scleroxylon* (PEREIRA *et al.*, 2011).

#### 4.4.3.2 – Análise de Componentes Principais (PCA)

Uma vez que os resultados da PCA, considerando os dados normais e os dados transformados, foram semelhantes será apresentada apenas a análise dos dados transformados (Tabela 4.4). Foram realizadas diversas análises, considerando todas as variáveis disponíveis. Os resultados apresentados consideraram os fatores ambientais que possuíram maior correlação com densidade e área basal da comunidade estudada e foram os que melhor expressaram a variabilidade da vegetação.

As variáveis que apresentaram maior coeficiente de correlação no primeiro eixo da análise foram ferro (Fe) e zinco (Zn). Para o segundo eixo, as variáveis mais significativas foram magnésio (Mg) e cálcio (Ca). Os autovalores nos dois primeiros eixos da PCA foram significativos e a variância acumulada explicada pelos mesmos foi igual a 62,3%, 63,6% e 60,1% nas profundidades de 0 - 10 cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm, respectivamente.

Ressalta-se que na PCA não existe teste de significância e, dessa forma, esta análise foi utilizada apenas para explorar os dados e gerar hipóteses a partir dos autovalores e autovetores dos eixos (FELFILI *et al.*, 2011). Para estudos de comunidades ao longo de gradientes ambientais ou temporais, a Análise de Correspondência Canônica (CCA), é mais recomendada e apresentada nos resultados que seguem.

**Tabela 4.4** – Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais previamente selecionadas e os dois primeiros eixos do diagrama de ordenação da Análise dos Componentes Principais (PCA) para a comunidade arbórea amostrada no fragmento em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* no sudeste do Estado do Tocantins. Em negrito estão destacadas as correlações mais significativas ( $\geq \pm 0,7$ ).

Profundidade do solo	Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
0 - 10cm	Ca	-0,53	<b>-0,75</b>
	Mg	0,38	<b>-0,85</b>
	Zn	<b>-0,71</b>	-0,08
	Fe	<b>0,74</b>	-0,06
	Mn	-0,68	0,30
	Declividade	-0,56	-0,19
20 - 30 cm	Ca	-0,47	-0,40
	Mg	0,10	<b>-0,86</b>
	Zn	-0,39	-0,01
	Fe	0,37	0,01
	Mn	-0,50	0,29
	Declividade	-0,46	-0,07
40 - 50 cm	Ca	-0,54	-0,10
	Mg	0,29	-0,32
	Zn	-0,09	<b>-0,72</b>
	Fe	0,40	-0,52
	Mn	-0,47	-0,26
	Declividade	-0,47	-0,12

#### 4.4.3.3 – Análise de Correspondência Canônica (CCA)

Os resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA) são apresentados na Tabela 4.5. Observa-se que os dois primeiros eixos explicam pouco mais de 20% de toda variação ambiental das parcelas, reflexo da mistura florística evidenciada na área de ecótono estudada, considerando as variáveis do solo coletadas nas profundidades de 0 - 10 cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm. A variância explicada é considerada baixa quando comparada a outros estudos que analisaram o padrão de distribuição da vegetação em florestas estacionais no Goiás e Tocantins (HAIDAR, 2008; SILVA, 2011; CARVALHO, 2009).

**Tabela 4.5** – Síntese dos resultados da CCA, considerando a densidade de espécies e as variáveis ambientais selecionadas para análise, nas profundidades de 0 - 10cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm do solo, para a comunidade arbórea amostrada no fragmento em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no sudeste do Estado do Tocantins.

<b>Parâmetros</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
<b>0 - 10 cm</b>		
Autovalores	0,27	0,11
Variância acumulada explicada (%)	16,0	22,6
<b>20 - 30 cm</b>		
Autovalores	0,24	0,05
Variância acumulada explicada (%)	14,1	17,1
<b>40 - 50 cm</b>		
Autovalores	0,28	0,12
Variância acumulada explicada (%)	17,0	24,3

Os autovalores no primeiro eixo, apesar de não serem considerados altos ( $> 0,3$ ), indicaram correlação entre as espécies e as variáveis ambientais analisadas (Tabela 4.6), com destaque para os nutrientes Mg, Zn, Fe e Mn. Segundo Ter Braak (1988), variações baixas ( $<10\%$ ) não interferem na significância entre espécie e ambiente.

O teste de Monte Carlo, para todas as profundidades, indicou as espécies estão significativamente correlacionadas ( $p < 0,05$ ) com as variáveis do solo e com a declividade. A variância acumulada explicada não atingiu altos valores, possivelmente associada à heterogeneidade ambiental da área estudada, onde espécies típicas de diferentes fitofisionomias do bioma ocorrem juntas ao longo do fragmento estudado.

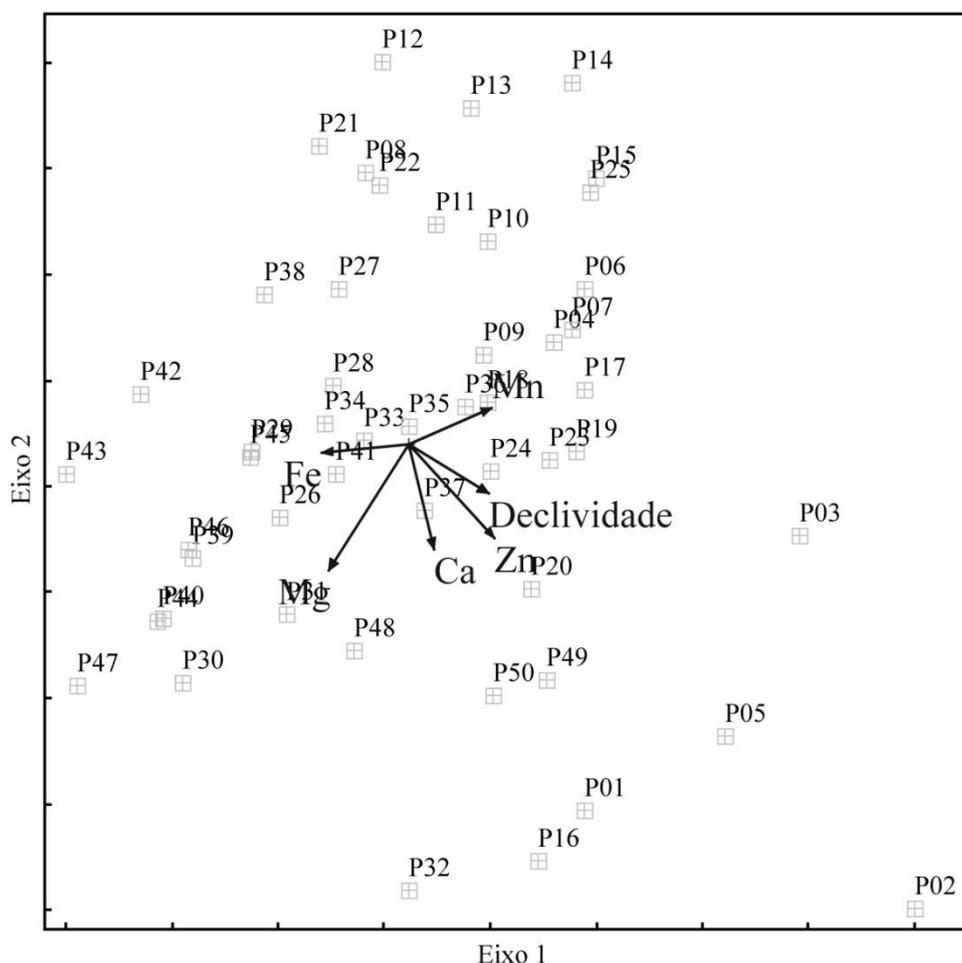
**Tabela 4.6** – Correlação entre a rochosidade, declividade e características químicas do solo nas profundidades de 0 - 10cm, 20 - 30 cm e 40 - 50 cm, com os dois primeiros eixos de ordenação da CCA, em comunidade arbórea no fragmento em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no sudeste do Estado do Tocantins. Em negrito estão destacadas as correlações mais significativas ( $\geq \pm 0,7$ ).

Profundidade do solo	Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
0 - 10cm	Ca	0,19	-0,57
	Mg	-0,62	<b>-0,70</b>
	Zn	0,66	-0,51
	Fe	<b>-0,71</b>	-0,04
	Mn	0,63	0,20
	Declividade	0,61	-0,27
20 - 30 cm	Ca	0,27	0,46
	Mg	0,08	0,63
	Zn	<b>0,77</b>	0,28
	Fe	<b>-0,87</b>	-0,13
	Mn	0,61	0,15
	Declividade	0,51	-0,37
40 - 50 cm	Ca	0,65	-0,16
	Mg	-0,47	0,41
	Zn	0,31	<b>0,80</b>
	Fe	-0,47	0,13
	Mn	<b>0,77</b>	-0,21
	Declividade	0,62	0,01

Observa-se na Tabela 4.6 que a declividade, juntamente com os elementos Fe, Ca, Mg e Mn são as variáveis ambientais que melhor expressam o gradiente ecológico na área de ecótono no município de Taguatinga/TO. Já que a camada de 20 - 30 cm apresentou menor autovalor e menor variância acumulada explicada nos dois primeiros eixos, serão apresentados apenas os resultados para a camada superficial do solo (0 - 10cm) e para a camada mais profunda (40 - 50 cm), que melhor explicam a distribuição da vegetação ao longo do fragmento florestal estudado.

A Figura 4.4 mostra o diagrama de ordenação gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a profundidade de 0 - 10cm, considerando as 50 parcelas analisadas. Verificou-se que a variável que apresentou maior correlação com o primeiro eixo da análise foi Fe, já para o segundo eixo a variável Mg obteve maior correlação com as parcelas. Este arranjo separa três grandes grupos de parcelas: as parcelas

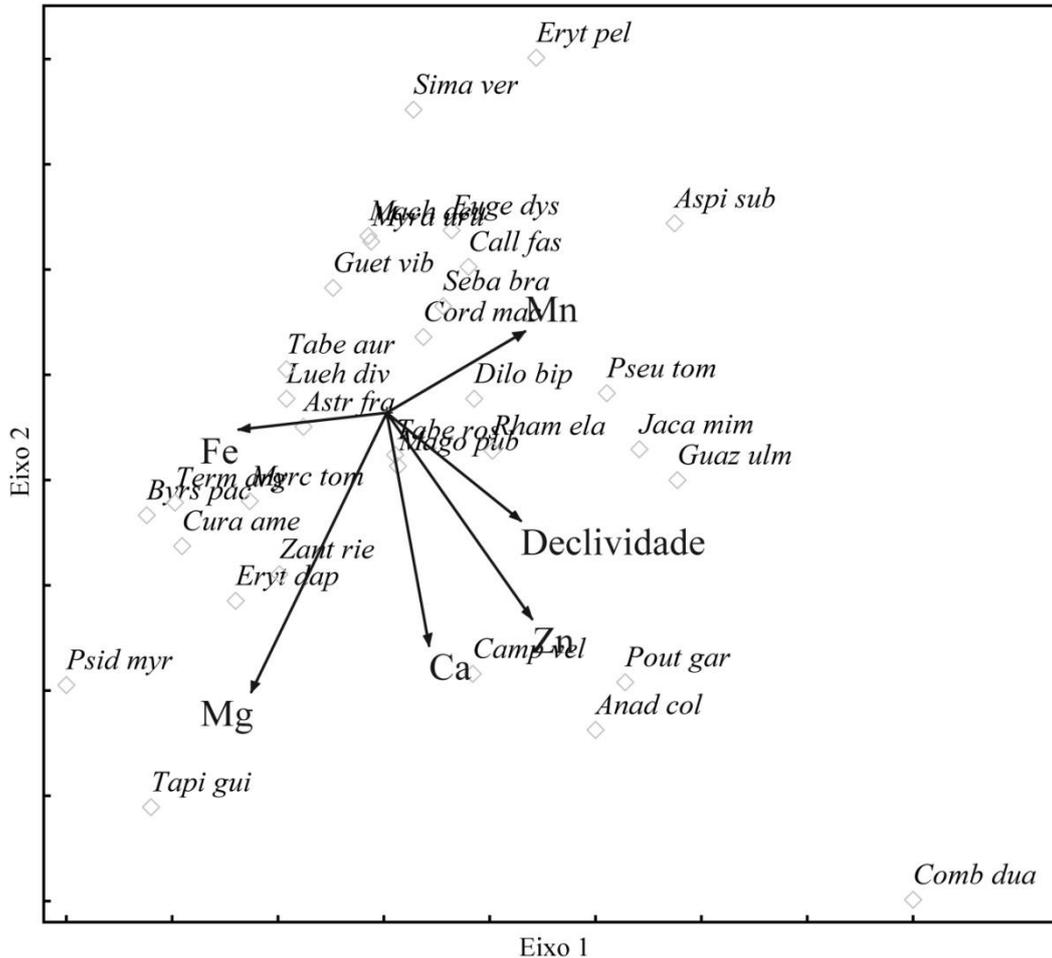
diretamente influenciadas pelas variáveis declividade, Zn e Ca, as parcelas com alta correlação com os nutrientes Mg e Fe e as parcelas que possuíram maior correlação com Mn.



**Figura 4.4** – Diagrama de ordenação, gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a profundidade de 0 - 10cm, com a posição das 50 parcelas amostradas em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no sudeste do Estado do Tocantins, em relação à direção e magnitude das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação.

A ordenação das espécies que apresentaram mais de 10 indivíduos na amostragem (32) pela CCA (Figura 4.5), considerando as variáveis do solo coletadas à profundidade de 0 -10 cm indica preferência das espécies por diferentes nutrientes. As espécies *Terminalia argentea*, *Byrsonima pachyphylla* e *Curatella americana* ao nutriente Fe; *Aspidosperma subincanum*, *Pseudobombax tomentosum*, *Dilodendron bipinnatum* e *Cordia macrophylla* ao nutriente Mn; *Combretum duarteanum*, *Campomanesia velutina*,

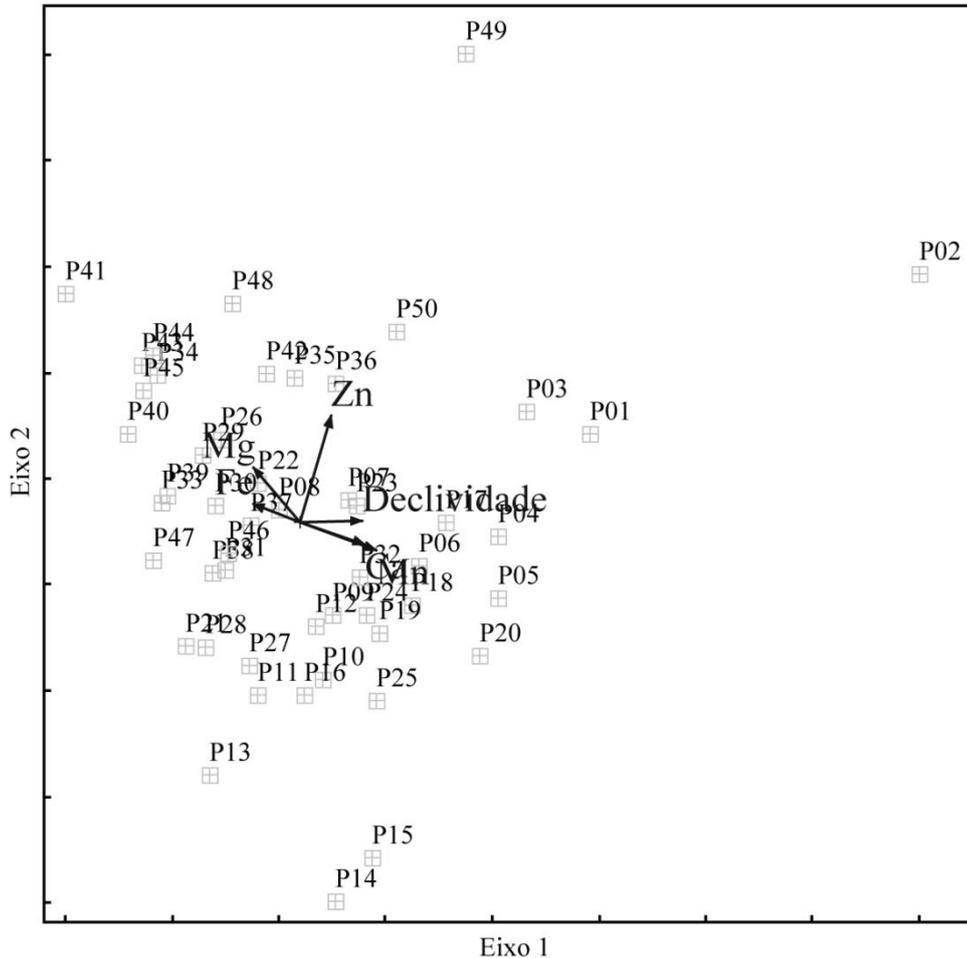
*Anadenanthera colubrina* e *Pouteria gardneri* aos nutrientes Ca e Zn; *Tapirira guianensis* e *Psidium myrsinites* ao Mg.



**Figura 4.5** – Diagrama de ordenação, gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a profundidade de 0 - 10cm, com a posição das 32 espécies com mais de 10 indivíduos amostradas em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no sudeste do Estado do Tocantins, em relação à direção e magnitude das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação. Obs.: O nome das espécies está representado pelas quatro primeiras letras do gênero e as três primeiras letras do epíteto.

Para as 50 parcelas na profundidade de 40 - 50 cm, notou-se o mesmo padrão da análise que considerou a camada superficial do solo, onde a maior variação dos dados se deu no primeiro eixo. Contudo, a variação foi explicada principalmente pela variável declividade e pelos teores de Mn e Zn. A CCA separou três grupos principais, sendo

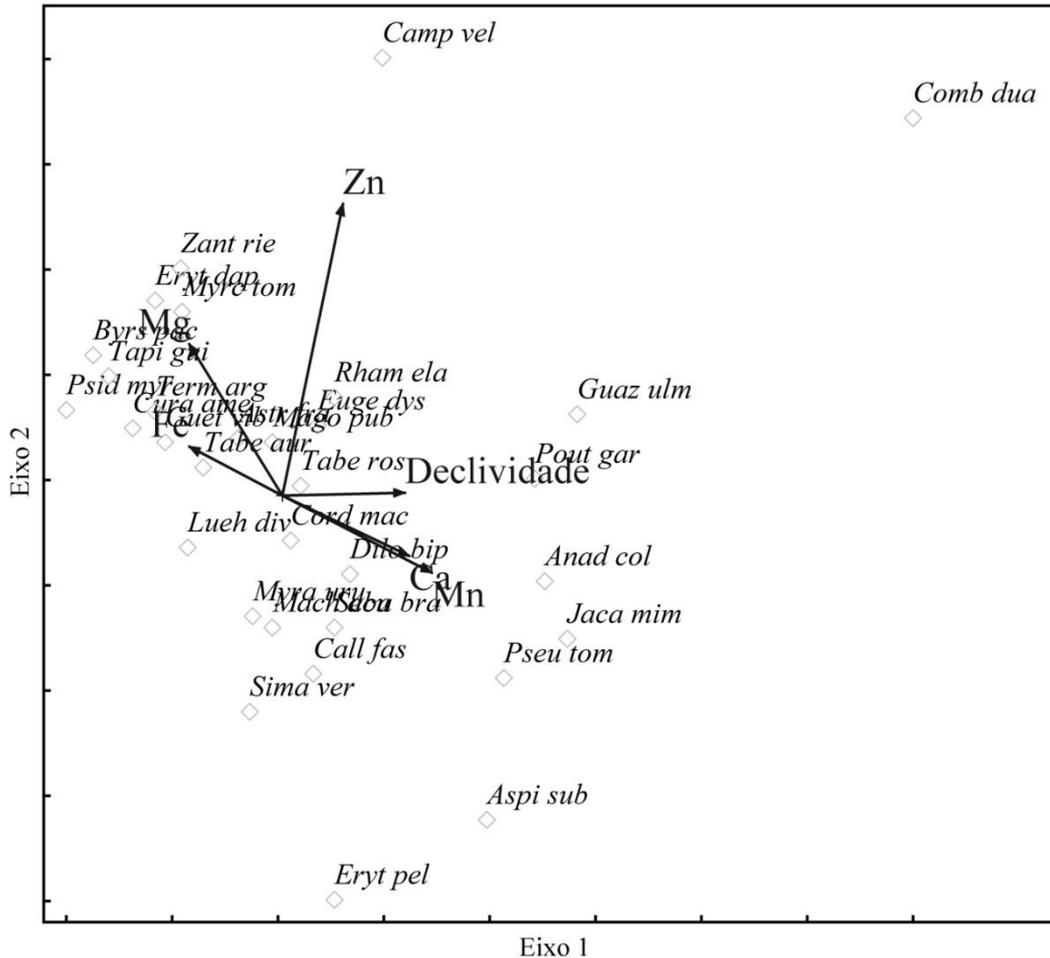
que os dois grupos com maior número de parcelas apresentaram maior correlação, por um lado com a declividade e com os nutrientes Ca e Mn, por outro lado com os nutrientes Fe e Mg.



**Figura 4.6** – Diagrama de ordenação, gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a profundidade de 40 - 50 cm, com a posição das 50 parcelas amostradas em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no sudeste do Estado do Tocantins, em relação à direção e magnitude das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação.

A ordenação das espécies que apresentaram mais de 10 indivíduos na amostragem (32) pela CCA (Figura 4.7), considerando as variáveis do solo na profundidade de 40 - 50 cm, separou espécies típicas das fitosionomias cerrado *sensu stricto* e floresta estacional decidual. Evidenciou-se a preferência das espécies *Pouteria gardneri*, *Anadenanthera colubrina*, *Jacaranda mimosifolia*, *Pseudobombax tomentosum* e *Aspidosperma subincanum* a ocorrerem em ambientes com topografia acidentada e alta concentração

dos nutrientes Ca e Mn. Por outro lado, as espécies *Terminalia argentea*, *Curatella americana* e *Tabebuia aurea* foram frequentes em áreas sobre solos ácidos, com maior concentração do nutriente Fe, como ocorre no cerrado *sensu stricto* (MENDONÇA *et al.*, 1998).



**Figura 4.7** – Diagrama de ordenação, gerado pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a profundidade de 40 - 50 cm, com a posição das 32 espécies com mais de 10 indivíduos amostradas em área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto*, no sudeste do Estado do Tocantins, em relação à direção e magnitude das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação. Obs.: O nome das espécies está representado pelas quatro primeiras letras do gênero e as três primeiras letras do epíteto.

#### 4.4.4 – Discussão geral

A florística do presente estudo possui características listadas por Pereira et al. (2011), com forte influência florístico-estrutural das florestas estacionais decíduais, porém, apresenta elevada riqueza de espécies preferenciais a cerrados e, em menor escala, espécies frequentes em matas de galeria.

Dentre as espécies mais importantes na área de estudo, predominam aquelas que geralmente ocorrem nas florestas estacionais decíduais ou semidecíduais do bioma Cerrado. Contudo, *Curatella americana*, *Magonia pubescens*, *Byrsonima pachyphylla*, *Eugenia dysenterica* e *Terminalia argentea*, comuns em cerrado *sensu stricto* (FONSECA e SILVA JÚNIOR, 2004; BALDUINO et al., 2005), também estiveram entre as mais importantes.

A preferência das espécies consideradas típicas de florestas estacionais decíduais (BRIDGEWATER et al., 2004; PEREIRA et al., 2011) por solos mesotróficos também foi evidenciada por Carvalho e Felfili (2011) em florestas sobre afloramentos calcários no Brasil Central. As espécies que obtiveram maior correlação com a disponibilidade de Ca e preferencialmente ocorreram em ambientes rochosos, como *Combretum duarceanum* e *Pouteria gardneri*, são frequentemente encontradas nesta fitofisionomia (PEREIRA et al., 2011).

Para a profundidade de 0 - 10cm, a variável que apresentou maior correlação com o primeiro eixo da CCA foi Fe. Já para o segundo eixo, a variável Mg obteve maior correlação com a densidade das espécies. Este arranjo separou três grupos principais. O primeiro grupo foi diretamente influenciado pelas variáveis declividade, Zn e Ca, representado pelas espécies *Combretum duarceanum*, *Campomanesia velutina*, *Anadenanthera colubrina* e *Pouteria gardneri*, geralmente encontradas em florestas estacionais (PEREIRA et al., 2011).

O segundo grupo apresentou alta correlação com os nutrientes Mg e Fe, sendo representado pelas espécies *Terminalia argentea*, *Byrsonima pachyphylla* e *Curatella americana*, típicas de cerrado *sensu stricto* (BRIDGEWATER et al., 2004), além de

*Tapirira guianensis* e *Psidium myrsinites* frequentes em matas de galeria (FELFILI, 1993; SILVA-JÚNIOR, 2005).

O último grupo apresentou maior correlação com Mn e foi representado por diversas espécies, dentre as quais *Aspidosperma subincanum*, *Erythroxylum pelleterianum* e *Simarouba versicolor* destacaram-se.

As análises considerando a profundidade de 40 - 50 cm apresentaram resultados semelhantes, contudo, as variáveis que apresentaram maior correlação com os dois primeiros eixos da CCA foram Mn e Zn, respectivamente. Estes nutrientes apresentaram ampla variação e suas concentrações foram reduzidas à medida que o solo se tornava mais profundo, com destaque para o nutriente Zn, fortemente associado à espécie *Campomanesia velutina*.

A espécie *Myracrodruon urundeuva*, mais importante na comunidade e que é exclusiva de florestas estacionais brasileiras (PEREIRA et al., 2011), possivelmente não correlacionou-se fortemente com nenhuma variável pelo fato da mesma ter apresentado ampla distribuição na área. Além desta, *Machaerium scleroxylon* e *Sterculia striata*, foram frequentes na área amostrada e são comuns em florestas estacionais brasileiras, inclusive em florestas estacionais em outros países da América do Sul (PRADO e GIBBS, 1993).

Foi possível evidenciar a forte correlação entre a variável pH do solo e as variáveis ambientais declividade e rochosidade. De acordo com Haidar (2008) e Pereira *et al.* (2011), esta correlação está associada à disponibilidade do nutriente Ca em ambientes com afloramentos calcários, além da declividade, característica das formações estacionais, que contribui de forma significativa para o aumento da matéria orgânica no solo.

## 4.5 – CONCLUSÕES

- As espécies típicas de cerrado *sensu stricto* ocorreram preferencialmente em solos mais ácidos, com menor saturação por bases e, geralmente, com relevo plano a suavemente ondulado. Já as espécies típicas de floresta estacional decidual ocorreram preferencialmente em terrenos declivosos, em solos com alta saturação por bases, altos teores de Ca e Mn, além de considerável rochiosidade.
- Apesar da baixa variação ambiental explicada pelas análises multivariadas, reflexo da mistura florística da área, foi possível separar dois principais grupos de espécies preferenciais a diferentes características químicas do solo. Diante disto, evidenciou-se o ecótono entre duas fitofisionomias do bioma Cerrado: cerrado *sensu stricto* e floresta estacional decidual.
- Parte da riqueza e diversidade do remanescente estudado pode ser atribuída à heterogeneidade das características do substrato e do relevo. A variação das características químicas nas diferentes profundidades de solo, bem como a existência de espécies indicadoras e preferenciais a cada fitofisionomia, que possuem respostas similares às significantes variações dos níveis de fertilidade, decidualidade e inclinação do terreno, corrobora a classificação atribuída para a área estudada.
- Em geral, as espécies ocorreram misturadas ao longo do fragmento, o que dificulta a separação de uma fisionomia para outra. A transição entre as paisagens na área de ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* não se mostra de forma brusca, mas sim gradual entre os ambientes.

## 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A área de ecótono entre cerrado *sensu stricto* e floresta estacional decidual apresenta considerável riqueza (70) e diversidade de espécies (3,41), condicionada principalmente pela heterogeneidade ambiental evidenciada. A estrutura comunitária possui caráter autorregenerativo, com ampla distribuição das espécies *Dilodendron bipinnatum*, *Myracrodruon urundeuva*, *Callisthene fasciculata*, *Tabebuia aurea*, *Magonia pubescens* e *Curatella americana*.

A afinidade florística entre manchas de cerrado e floresta estacional decidual deve-se a um grupo de espécies, entre as quais a mais importante da comunidade (*Myracrodruon urundeuva*) e que possui ampla distribuição e alta densidade no fragmento estudado. Espécies que possuíram correlação com o aumento da fertilidade dos solos como *Aspidosperma subincanum*, *Anadenanthera peregrina*, *Combretum duarteanum*, *Pouteria gardneri* e *Handranthus impetiginosus*, típicas de formações mesotróficas como florestas estacionais e formações da Caatinga, ocorrem lado a lado com espécies que demonstram preferência por solos de menor fertilidade, comuns em áreas de cerrado *sensu stricto*, como *Eriotheca pubescens*, *Handroanthus ochraceus*, *Kielmeyera coriacea*, *Leptolobium dasycarpum* e *Simarouba versicolor*.

As preferências apresentadas pelas espécies poderão subsidiar projetos de silvicultura, recuperação e restauração ambiental, no sentido de indicar as espécies adaptadas à determinada condição ambiental, visando acelerar o crescimento e estabelecimento das mudas em campo e garantir o sucesso dos projetos ambientais. Para tanto, são necessários mais estudos com o uso de metodologias padronizadas durante a coleta de dados em campo, de modo a confirmar ou reformular as tendências apresentadas pelas principais espécies dos remanescentes florestais do estado do Tocantins.

Este estudo adiciona informações sobre a distribuição das espécies arbustivo-arbóreas, através de considerável ampliação da lista florística disponível, até então, para áreas de ecótono no Estado do Tocantins.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. (1977). Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. *Geomorfologia*, Universidade de São Paulo, v.52, p. 1-22.
- ALMEIDA, D. S. & SOUZA, A. L. (1997). Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Atlântica, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Revista Árvore*, v.21, n.2, p.221-230.
- ANDRADE, L. A. Z.; FELFILI, J. M. & VIOLATTI, L. (2002). Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. *Acta Botânica Brasílica*, v.16, n.2, p.225-240.
- APG III. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v.161, p.105-121.
- ARRUDA, D. M.; BRANDÃO, D. O.; COSTA, F. V.; TOLENTINO, G. S.; BRASIL, R. D.; NETO, S. D. A. & NUNES, Y. R. F. (2011). Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in northern Minas Gerais, Brazil. *Revista Árvore*, v.35, n.1, p.131-142.
- ASSUNÇÃO, J. L. & FELFILI, J. M. (2004). Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brazil. *Acta Botânica Brasílica*, v.18, n.4, p. 903-909.
- BALDUINO, A. P. C.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A.; SILVA, A. F. & SILVA JÚNIOR, M. C. (2005). Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do cerrado da flora de Paraopeba, MG. *Revista Árvore*, v.29, n.1, p.25-34.
- BORGES H. B. N. & SHEPHERD, G. J. (2005). Flora e estrutura do estrato lenhoso numa comunidade de Cerrado em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.28, n.10, p.61-74.
- BRAGA, F. M. S. & REZENDE, A. V. (2007). Dinâmica da vegetação arbórea da mata de galeria do Catetinho, Brasília, DF. *Cerne*, v.13, n.2, p.138-148.
- BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A. & RIBEIRO, J. F. (2004). Biogeographic patterns, Beta diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v.13, p.2295–2318.
- CARVALHO, F. A. (2009). *Dinâmica da vegetação arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central*. 152p. Tese de Doutorado em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília/DF.

- CARVALHO, F. A & FELFILI, J. M. (2011). Variações temporais na comunidade arbórea de uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central: composição, estrutura e diversidade florística. *Acta Botânica Brasílica*, v.25, n.1, p. 203-214.
- COLE, M. M. (1986). *The Savannas: biogeography and geobotany*. London: *Academic Press*.
- COLE, M. M. (1992). Influence of physical factors on the nature and dynamics of Forest-savanna boundaries. In *Nature and dynamics of forests-savanna boundaries*. Chapman & Hall, London.
- COUTINHO, L. M. (1978). O conceito de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, v.1, p.17-23.
- COUTINHO, L. M. (2006). O conceito de bioma. *Acta Botânica Brasílica*, v.20, n.1, p: 13-23.
- DALY, D. C. & MITCHEL, J. D. (2000). Lowland vegetation of tropical South America – an overview. In LENTZ, D. ed. *Imperfect balance: Landscape Transformations in the pre Columbian Americas*. Columbia University Press. New York. p.391-454.
- DURIGAN, G & RATTER, J. A. (2006). Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western Sao Paulo State, Brazil, 1962-2000. *Edimb. J. Bot.*, v.63, p.119-130.
- DURIGAN, G.; BERNACCI, L.C.; FRANCO, G.A.D.C.; ARBOCZ G.F.; METZGER, J.P. & CATHARINO, E.L.M. (2008). Estádio sucessional e fatores geográficos como determinantes da similaridade florística entre comunidades florestais no Planalto Atlântico, estado de São Paulo, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* v.22, p. 51-62.
- EITEN, G. (1972). The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review*, v.38, n.2, p.201-341.
- EITEN, G. (1994). Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.). *Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas*. Editora Universidade de Brasília. Brasília.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (1997). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (2006). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos.

- ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MAHADO, E. L. M.; SOUZA, J. F.; FONTES, M. A. L. & MARQUES, J. J. G. (2002). Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua Montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. *Acta Botânica Brasílica*, v.16, n.3, p.331-356.
- FELFILI, J. M. (1993). *Structure and dynamics of a gallery forest in Central Brazil*. 180p. Tese de Doutorado em Ecologia Florestal. University of Oxford. Oxford.
- FELFILI, J. M. (1995). Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in Central Brazil over a six-year period (1985-1991). *Journal of Tropical Ecology*, v.11, p.67-83.
- FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JUNIOR, M. C.; MARIMON, B. S. & DELITTI, W. B. C. (2002). Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa – MT. *Acta Botânica Brasílica*, v.16, n.1, p. 103-112.
- FELFILI, J. M. (2003). Fragmentos de Florestas Estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta para corredores ecológicos. In: COSTA, R. B. (Org.). *Fragmentação Florestal e Alternativas de Desenvolvimento Rural na Região Centro-Oeste*. UCBD, Campo Grande. p.139-160.
- FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; FAGG, C. W.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E. & REZENDE, A. V. (2004). Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. *Plant Ecology*, v.175, p. 37–46.
- FELFILI, J. M. & SILVA JUNIOR, M. C. (2005). Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C. & FELFILI, J.M. (Orgs). *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. S. & MACHADO, E. L. M. (2011). Análise Multivariada: princípios e métodos em estudos da vegetação. In FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. (Eds.). *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. Viçosa, MG: Ed. UFV.
- FERNANDES, A. (2000). *Fitogeografia brasileira*. Fortaleza: Multigraf. 340p.
- FERNANDES, A. *Fitogeografia brasileira: províncias florísticas*. 3ª Ed. Editora Realce, Fortaleza, CE. 2007.
- FIGUEIREDO, M. A. P.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; FIGUEIREDO, L. H. A. (2010). Alteração estrutural de uma área de cerrado explorada sob regime de manejo no município de João Pinheiro, MG. *Revista Árvore*, v.34, n.3, p.521-528.

- FONSECA, M. S.; SILVA JÚNIOR, M. C. (2004). Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. *Acta Botânica Brasílica*, v.18, n.1, p.19-29.
- FURLEY, P. A.; RATTER, J. A. (1988). The central Brazilian Cerrado and their development. *Journal of Biogeography*, v.15, p.97-108.
- GOMES, B. Z. (2004). Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, v.27, n.2, p.249-262.
- GUILHERME, F. A. G. & NAKAJIMA, J. N. (2007). Estrutura da vegetação arbórea de um remanescente ecotonal urbano floresta-savana no Parque do Sabiá, em Uberlândia, MG. *Revista Árvore*, v.31, n.2, p.329-338.
- GUIMARÃES, A. J. M. (2001). Características da vegetação e do solo em duas comunidades vegetais contíguas no Triângulo Mineiro. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, v.7, p.113-127.
- Haidar, R. F. (2008). Fitossociologia, diversidade e sua correlação com variáveis ambientais em florestas estacionais do bioma Cerrado no Planalto Central e Nordeste do Brasil. 254p. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília/DF.
- HARIDASAN, M. (2000). Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.12, p.54-64.
- HOFFMANN, W. A. & FRANCO, A. C. (2008). The importance of evolutionary history in studies of plant physiological ecology: examples from cerrados and forests of central Brazil. *Braz. J. Plant Physiol.* [online].v.20, n.3, p. 247-256.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (1992). Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. CDDI-IBGE, Rio de Janeiro. (Série Manuais Técnicos de Geociências, n. 1).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2008). *Mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428 de 2006*. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm).
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA (2007). *Norma de execução nº 1, de 24 de abril de 2007*.
- INSTITUTO CERRADO E SOCIEDADE (ICS) (2011). Acessado em 02/2012, [www.institutocerradoesociedade.blogspot.com](http://www.institutocerradoesociedade.blogspot.com).
- IVANAUSKAS, N. M. (2002). *Estudo da vegetação na área de ecótono entre formações florestais em Gaúcha do Norte, MT*. Tese de doutorado em Ciências Florestais, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp. Campinas/SP.

- IVANAUSKAS, N. M. & RODRIGUES R. R. (2000). Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.23, n.3, p.291-304.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R. & NAVE, A. G. (2002). Fitossociologia de um remanescente de floresta estacional semidecidual em Itatinga-SP, para fins de restauração em áreas degradadas. *Revista Árvore*, v.26, n.1, p.23-51.
- JURINITZ, C. F. & JARENKOW, J. A. (2003). Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, RS. *Revista Brasileira de Botânica*, v.26, n.4, p.475-487.
- KENT, M. & COKER, P. (1992). *Vegetation description analysis*. London: Belhaven, 373p.
- KLINK, C. A. (1996). Relação entre o desenvolvimento agrícola e a biodiversidade. In: PEREIRA, R.C. L.; NASSER, C. B. (Eds.). *Anais VIII Simpósio sobre o Cerrado*, 1st International Symposium on Tropical Savanas - Biodiversidade e Produção Sustentável de Alimentos e fibras nos Cerrados. Embrapa CPAC. Brasília/DF.
- KUCHLER, A. W. (1980). *International bibliography of vegetation maps*. University of Kansas Libraries. Department of Geography. Second edition, section one, South America.
- KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V.; IVANAUSKAS, N. M.; STEFANELLO, D. & SILVA, E. (2009). Análise da similaridade florística entre florestas do Alto Rio Xingu, da Bacia Amazônica e do Planalto Central. *Revista Brasileira de Botânica*. v.32, n.4, p.725-736.
- LAURANCE, W. F. & VASCONCELOS, H. L. (2009). Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis*. v.13, n.3, p: 434-451.
- LEITÃO-FILHO, H. F. (1987). Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub tropicais do Brasil. *IPEF*, n.35, p.41-46.
- LIMA, J. R.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; RODAL, M. J. N. & ARAUJO, F. S. (2009). Composição florística da floresta estacional decídua montana de Serra das Almas, CE, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.23, n.3, p.756-763.
- MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K. & STEININGER, M. (2004). Estimativas de perda de área do cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. *Conservação Internacional*, Brasília, DF.
- McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. & STAFFORD, S. (2000). *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. Spring Science and Business Media, New York.

- MEIRA-NETO, J.A.A. & MARTINS, F.R. (2002). Composição florística de uma floresta estacional semidecidual montana no município de Viçosa-MG. *Revista Árvore*, v.26, n., p: 437-446.
- MENDES, K.; GOMES, P. & ALVES, M. (2010). Floristic inventory of a zone of ecological tension in the Atlantic Forest of Northeastern Brazil. *Rodriguésia*, v. 61, n.4, p: 669-676.
- MENDONÇA, G. V.; REZENDE, A. V. & SILVESTRE, R. (2010). Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de uma Floresta Estacional Decidual, sobre afloramento calcário, no Tocantins. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, v.16, p.31-49.
- MENDONCA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. (1998). Flora vascular do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, p. 289-556.
- MEWS, H. A.; MARIMON, B. S.; MARACAHIPES, L.; FRAN CZAK, D. D. & MARIMON-JUNIOR, B. H. (2011). Dinâmica da comunidade lenhosa de um Cerrado Típico na região Nordeste do estado de Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotropica*, v.11, n.1, p.73-82.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/MMA. (2011). *Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica*: Brasil. Brasília: MMA, 248 p.
- MORENO, M. I. C. & SCHIAVINI, I. (2001). Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). *Revista Brasileira de Botânica*, v.24, n.4, p.21-35.
- MOTTA, P.E.F.; CURI, N. & FRANZMEIER, P. (2002). Relations of soils and geomorphic surfaces in the Brazilian cerrado. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Ed.). *The cerrado biome: ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York: Columbia University Press. p. 13-32.
- MOONEY, H. A.; BULLOCK, S. H. & MEDINA, E. (1995). Introduction. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A. & MEDINA, E. (Eds.) *Seasonally dry tropical forests*. New York, USA. Cambridge University Press. 1-8p.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. (1974). *Aims and methods for vegetation ecology*. New York: J. Wiley & Sons.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v.403, p.853–858.
- NAPPO, M. E.; FONTES, M. A. L. & OLIVEIRA-FILHO, A. T. (1999). Suficiência amostral e análise do tamanho de parcelas para estudo da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scrabella* Bentham, em área minerada, em Poços de Caldas, MG. *Revista Árvore*, v.23, n.4, p.443-453.

- NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M. & MEIRELLES, E. M. L. (2004). Florística e estrutura de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta no município de Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.18, p.659-669.
- ODUM, E.P. (1998). *Ecologia*. Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro. Pp. 273-278.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; ALMEIDA, R. J.; MELLO, J. M. & GAVILANES, M. L. (1994). Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica*, v.17, n.1, p.67-85.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. (1995). A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany*, v.52, p.144-194.
- 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. *Acta Botânica Brasílica*, v.4, p.362-375.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J. A. (2002). Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. New York: Columbia University Press.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. & BOTREL, R. T. (2002). Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingáí, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, v.25, n.2, p.195-213.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A.; VAN DEN BERG, E.; CURI, N. & CARVALHO, W. A. C. (2004). Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, v.27, n.2, p.291-309.
- PAULA, A.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L. & SANTOS, F. A. M. (2002). Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa-MG. *Revista Árvore*, v.26, n.6, p.743-749.
- PÉLLICO-NETTO, S. & BRENA, D. A. (1997). *Inventário Florestal*. Curitiba PR. Editorado pelos autores. 136p.
- PEREIRA, B. A. S.; MECENAS, V. V.; LEITE, F. Q. & CARDOSO, E. S. (1996). *APA da Cafuringa: o retrato do cerrado*. Paralelo 15 editores, Brasília. 1996.

- PEREIRA, B. A. S.; VENTUROLI, F. & CARVALHO, F. A. (2011). Florestas estacionais no Cerrado: uma visão geral. *Pesq. Agropec. Trop.*, v. 41, n. 3, p.446-455.
- PINHEIRO, M. H. O.; ARANTES, S. A. C.M.; JIMENEZ-RUEDA, J R. & MONTEIRO, R. (2009). Caracterização edáfica de um ecótono savânico-florestal no sudeste brasileiro. *IHERINGIA, Sér. Bot.*, Porto Alegre, v. 64, n. 2, p. 15-24.
- PRADO, D. E. & GIBBS, P. E. (1993). Patterns of species distributions in the dry seasonal forest South America. *Annals of the Missouri Botanic Garden*, v 80, p. 902-927.
- RIBAS, R. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L. (2003). Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, v.27, n.6, p.821-830.
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. (2008). As Principais Fitofisionomias de Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.) *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Cerrados. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, v.1.
- RIZZINI, C. T. (1963). Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, v.25, n.1, p.3-64.
- ROCHA, C. C. C. (2011). *Estimativa de volume, biomassa e carbono da vegetação lenhosa de floresta estacional no estado de Goiás*. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília/DF.
- RODRIGUES, R. R. (1999). A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. *IPEF, Circular Técnica*, n.189.
- RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; BOTREL, R. T. & SILVA, E. A. (2003). Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Luminárias-MG. *Acta Botânica Brasílica*, v.17, n.1, p.71-87.
- RODRIGUES, L. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; SILVA, E. A. & BOTREL, R. T. (2007). Efeitos de solo e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Luminárias-MG. *Revista Árvore*, v. 31, n.1, p.10-25.
- RUSCHEL, A. R.; GUERRA, M. P. & NODARI, R. O. (2009). Estrutura e composição florística de dois fragmentos de floresta estacional decidual do Alto-Uruguaí, SC. *Ciência Florestal*, v.19, n.2, p.255-236.
- SALAZAR, L F.; NOBRE, C. A. & OYAMA, M. D. (2007). Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America, *Geophys. Res. Lett.* 34p.

- SALDANHA, N. (1999). Processos e efeitos de fragmentação florestal e perspectivas de conservação. Departamento de Zoologia, *Nota técnica Museu Paraense Emília Goeldi*. 11p.
- SALIS, S. M.; POTT, A.; POTT, V. J.; SILVA, J. S. V.; SILVA, M. P. & MATTOS, P. P. (2004). Fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Corumbá, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.27, n.4, p.671-684.
- SAMPAIO, A. B. (2001). *Efeito de borda nas espécies arbóreas de uma Floresta Estacional Decidual no Vale do Paranã*. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília/DF,65p.
- SANO, E.E.; FERREIRA, L.G.; ASNER, G.P. & STEINKE, E.T. (2007). Spatial and temporal probabilities of obtaining cloud-free Landsat images over the Brazilian tropical savanna. *International Journal of Remote Sensing*, v.28, p.2739-2752.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S. & FERREIRA, L. G. (2008). Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 1, p.153-156.
- SANTOS-DINIZ, V. S.; SOUSA, T. D. (2011). Levantamento florístico e fitossociológico de mata seca semidecídua em área de reserva legal no município de Diorama, região oeste de Goiás, Brasil. *Enciclopédia Biosfera*, v.7, n.12., p.10-20.
- SCARIOT, A. & SEVILHA, A. C. (2000). Diversidade, estrutura e manejo de florestas decíduais e as estratégias para conservação. In CAVALCANTI, T. B. & WALTER, B. M. T. (Eds.). *Tópicos atuais em Botânica - Palestras convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica*. EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília.
- SCARIOT A., SEVILHA A. C. (2005). Biodiversidade, estrutura e conservação de Florestas Estacionais Decíduais no Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA, J. C., FELFILI, J. M. (Eds.). *Ecologia, Biodiversidade e Conservação do Cerrado*. Brasília.
- SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. & ACERBI JUNIOR, F. W. (2008). *Inventário florestal de Minas Gerais: Equações de volume, peso de matéria seca e carbono para diferentes fitofisionomias da flora nativa*. 1 ed. Lavras: Editora UFLA, v.1, 216p.
- SEPLAN - SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA (2011). Governo do Tocantins. *Mapas temáticos do Estado do Tocantins*.
- SILVA, I. C. (2011). *Caracterização da vegetação arbórea em área de ecótono savana/floresta estacional*. 59p. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Universidade de Brasília, Brasília/DF.

- SILVA, J.M.C. (1995). Birds of the Cerrado Region, South America. *Steenstrupia*, v. 21, p.69-92.
- SILVA, J. M .C. & BATES, J. M. (2002). Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience*, v.52, n.3, p.37-65.
- SILVA, J. F.; FARIÑAS, M. R.; FELFILI, J. M. & KLINK, C. A. (2006). Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, v.1, p.536-548.
- SILVA, L. A. & SCARIOT, A. (2003). Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, Bacia do Rio Paranã). *Acta Botânica Brasílica*, v.17, n.2, p.305-313.
- SILVA, L. A. & SCARIOT, A. (2004). Comunidade arbórea de uma floresta estacional decídua sobre afloramento calcário na Bacia do Rio Paranã. *Revista Árvore*, v.28, p.61-67.
- SILVA, L. O.; COSTA, D. A.; FILHO, K. E. S.; FERREIRA, H. D.; BRANDÃO, D. (2002). Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado *sensu stricto* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Acta Botânica Brasílica*, v.16, n.1, p.43-53.
- SILVA, L. C. R.; STERNBERG, L.; HARIDASAN, M.; HOFFMANN, W. A.; MIRALLES-WILHELM, F.; FRANCO, A. C. (2008). Expansion of gallery forests into central Brazilian savannas. *Global Change Biology*, v.14, p.2108-2118.
- SILVA, W. C.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L P. & COSTA JUNIOR, R. F. (2007). Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta ombrófila densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. *Ciência Florestal*, v.17, n.4, p.321-331.
- SILVA JÚNIOR, M. C. (2005). Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. *Revista Cerne*, v.11, n.2, p.147-158.
- SIQUEIRA, A. S.; ARAUJO, G. M. & SCHIAVINI, I. (2009). Estrutura do componente arbóreo e características edáficas de dois fragmentos de floresta estacional decidual no vale do rio Araguari, MG, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.23, n.1, p.10-21.
- SMITH, T. B. (1997). A role for ecotones in generating rainforest biodiversity. *Science*, v.276, p.1855-1857.

- SOARES, J. J. & CESTAROL, L. A. (2004). Variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.18, n.2, p.203-218.
- SPIEGEL, M. P. (1976). *Estatística*. São Paulo: McGraw-Hill.
- TER BRAAK, C. J. F. (1988). *Canoco* – A Fortran program for canonical community ordination by correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis. Wageningen.
- UNESCO. (2000). Vegetação no Distrito Federal – tempo e espaço. Brasília: UNESCO. 74p.
- VAN DER BERG, E. & SANTOS, F. A. M. (2003). Aspectos da variação ambiental em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil. *Ciência Florestal*, v.13, n.2, p.83-89.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. (1991). *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- VIANA, V. M. (1990). Biologia e manejo de fragmentos florestais. In: *Anais 6º Congresso Florestal Brasileiro*, Campos do Jordão, p.113-8. 1990.
- VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A. & MARTINEZ, J. L. A. (1992). Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, Campos do Jordão. *Anais Campos do Jordão: Instituto Florestal/Secretaria de Meio Ambiente*, p.400-406.
- WALTER, B. M. T.; CARVALHO, A. M. & RIBEIRO, J. F. (2008). O conceito de savana e seu componente Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. S. (Eds.). *Cerrado Ecologia e Flora*. Vol. 1. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.19-45.
- WERNECK, M. S.; FRANCESCHINELLI, E. V. & TAMEIRÃO-NETO, E. (2000). Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos (1994-1998), na região do Triângulo Mineiro, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, v.23, n.4, p.401-413.
- WHITMORE, T. C. (1978). Gaps in the forest canopy. In: TOM-LINSON, P. B. & ZIMMERMAN, M. H. (Eds.). *Tropical trees as living systems*. London: Cambridge University Press.
- WHITMORE, T. C. & PRANCE, G. T. (1987). *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Clarendon Press Oxford.