



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

---

**CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA**  
**EM ÁREA DE CONTATO**  
**SAVANA/FLORESTA ESTACIONAL**

**ISABEL DE CASTRO SILVA**

**ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> ALBA VALÉRIA REZENDE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**BRASÍLIA, MAIO DE 2011**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA EM ÁREA DE  
CONTATO SAVANA/FLORESTA ESTACIONAL

ISABEL DE CASTRO SILVA

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

APROVADA POR:

---

Alba Valéria Rezende, Doutora (Universidade de Brasília)  
Orientadora

---

Reginaldo Sérgio Pereira, Doutor (Universidade de Brasília)  
Co-orientador

---

José Roberto Rodrigues Pinto, Doutor (Universidade de Brasília)  
Examinador interno

---

Evandro Luiz Mendonça Machado, Doutor (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri)  
Examinador externo

---

Fabiana de Góis Aquino, Doutora (EMBRAPA Cerrados)  
Suplente

Brasília, 05 de Maio de 2011.

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

SILVA, ISABEL DE CASTRO

Caracterização da Vegetação Arbórea em Área de Contato Savana/Floresta Estacional. [Distrito Federal] 2011. 59 páginas (EFL/FT/UnB, Mestre, Ciências Florestais, 2011)

Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais.

1. Cerrado 2. área de transição 3. estrutura da vegetação 4. distribuição espacial das espécies

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

SILVA, I.C. (2011). Caracterização da Vegetação Arbórea em Área de Contato Savana/Floresta Estacional. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, DF, 59 páginas.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Isabel de Castro Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Caracterização da Vegetação Arbórea em Área de Contato Savana/Floresta Estacional.

GRAU/ANO: Mestre/2011

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. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

---

Isabel de Castro Silva

*Não acredito em Deus porque nunca o vi.  
Se ele quisesse que eu acreditasse nele,  
Sem dúvida que viria falar comigo  
E entraria pela minha porta dentro  
Dizendo-me, Aqui estou!*

*(...)*

*Mas se Deus é as flores e as árvores  
E os montes e sol e o luar,  
Então acredito nele,  
Então acredito nele a toda a hora,  
E a minha vida é toda uma oração e uma missa,  
E uma comunhão com os olhos e pelos ouvidos.*

*Mas se Deus é as árvores e as flores  
E os montes e o luar e o sol,  
Para que lhe chamo eu Deus?  
Chamo-lhe flores e árvores e montes e sol e luar;  
Porque, se ele se fez, para eu o ver,  
Sol e luar e flores e árvores e montes,  
Se ele me aparece como sendo árvores e montes  
E luar e sol e flores,  
É que ele quer que eu o conheça  
Como árvores e montes e flores e luar e sol.*

O Guardador de Rebanhos - Alberto Caeiro –

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Miriam, por tudo e sempre.

Ao Dario, meu companheiro, pela imensa paciência, compreensão e incentivo.

Aos meus irmãos Cila, Lia, Léo e Léa por estarem sempre do meu lado e por acreditarem no meu esforço.

Ao Carlão, Socorro e Agostinho e a todos da família Noletto pelo apoio e incentivo.

A todos meus sobrinhos, em especial ao Joaquim, que fazem sempre a minha vida mais feliz.

A minha orientadora, Alba, pela confiança, paciência, ensino e dedicação.

As minhas amigas queridas: Ane, Érikinha, Ju, Marla, Poli, Raquelzinha, Sandrinha, Sarita e Sue por estarem comigo para o que der e vier.

Aos meus amigos da UNB que sem o apoio e ajuda deles esse trabalho não seria possível: Clarine, Gabriel, Tassiana, Michelle, Raul, Pedro e Vitor.

Aos professores José Roberto, Reginaldo, Evandro, Manoel Claudio e Humberto pela ajuda e ensinamentos.

Ao CNPq, Projeto Universal, pelo apoio financeiro ao desenvolvimento da pesquisa

A todos do IPAM pelo incentivo e compreensão nesta etapa da minha vida.

**Muito obrigada!**

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar a composição florística e a estrutura da vegetação arbórea e arbustiva em uma área de contato Cerrado - Floresta Estacional no Estado de Tocantins. Dez parcelas de 20 × 50 m, distribuídas aleatoriamente na área, foram alocadas de forma permanente. Em cada parcela foram inventariados todos os indivíduos lenhosos arbóreos e arbustivos, vivos e mortos em pé, com diâmetro tomado a 30 cm do solo (Db), igual ou superior a 5 cm. Todos os indivíduos tiveram os valores de Db e altura total registrados, receberam plaqueta metálica com número de identificação e tiveram o material botânico coletado e herborizado para posterior identificação botânica. Foram registrados na área de estudo 71 espécies nativas, 57 gêneros e 31 famílias. A densidade registrada foi de 1.518 ind.ha<sup>-1</sup>, correspondendo a área basal de 19,03 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. O índice de diversidade de Shannon foi alto, igual a 3,48 e o índice de equabilidade de Pielou foi 0,82. As cinco espécies com maior Índice do Valor de Importância foram *Callisthene fasciculata* Mart. (Carvoeiro), *Magonia pubescens* A. St.-Hil. (Tingui), *Dilodendron bipinnatum* Radlk. (Maria-pobre), *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Aroeira) e *Astronium fraxinifolium* Schott ex Spreng. (Gonçalo-alves). Em cada parcela foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-10 cm, 20-30 cm e 40-50 cm, e analisadas quanto às propriedades químicas e físicas. Os dados de solos foram correlacionados com os dados da vegetação lenhosa através de técnicas de análise multivariada, visando identificar respostas sobre a ocorrência das espécies em função de características químicas e físicas do solo. A análise TWINSpan não foi significativa (autovalor < 0,3). A análise de correspondência canônica (CCA) não detectou qualquer relação significativa entre a vegetação e o solo (propriedades físicas e químicas) na profundidade 0-10 cm (autovalor < 0,3 e p > 0,05). Para o solo coletado nas profundidades de 20-30 e 40-50 cm, a CCA detectou algumas relações significativas (autovalor > 0,3 e p < 0,05), indicando a formação de alguns grupos e explicando em parte a distribuição espacial das espécies arbóreas e arbustivas na área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no Estado do Tocantins.

Palavras-chave: Cerrado, área de transição, estrutura da vegetação, distribuição espacial das espécies.

## ABSTRACT

The present study was designed to characterize the structure and floristic composition of the woody vegetation of an adjacent to a Semi-Evergreen Forest (Tocantins State). Ten plots of 20 x 50 cm, randomly distributed in the area, were placed permanently. In each plot were inventoried all woody tree and shrub individuals, living and dead standing trees with a diameter of 30 cm taken from the ground (Db), not less than 5 cm. All individuals have had values of Db and height recorded, received metal plate with an identification number and had the botanical material collected and dried for later botanical identification. In the study area were recorded 71 native species, 57 genera and 31 families. The density recorded was 1.518 ind.ha<sup>-1</sup>, corresponding to a basal area of 19.03 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. The Shannon Diversity Index was high, equal to 3.48, and the Pielou Equality Index was 0.82. The five species with the highest Importance Values Index (IVI) were *Callisthene fasciculata* Mart. (Carvoeiro), *Magonia pubescens* A. St.-Hil. (Tingui), *Dilodendron bipinnatum* Radlk. (Maria-pobre), *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Aroeira), and *Astronium fraxinifolium* Schott ex Spreng. (Gonçalo-alves). In each plot, soil samples were taken at different depths: 0-10 cm, 20-30 cm, and 40-50 cm. These samples were analyzed in a laboratory regarding their physical and chemical properties. The soils data were correlated with the data of the woody vegetation through multivariate analysis, in order to identify responses on the occurrence of the species in terms of chemical and physical characteristics of the soil. A canonical correspondence analysis (CCA) found no significant relationship between vegetation and soil (physical and chemical properties) in the 0-10 cm depth (eigenvalue <0.3 and p > 0.05). For soil samples from depths of 20-30 and 40-50 cm, the CCA found some significant relationships (eigenvalue > 0.3 and p < 0.05), indicating the formation of some groups and explaining partially the spatial distribution of tree and shrub species in the area of cerrado *sensu stricto* ecotone - Semi-Evergreen Forest in the state of Tocantins.

Key-words: Cerrado, transition forest, vegetation structure, spatial distribution of species.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
CAPÍTULO 1 .....	1
1.1 - INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.2 - REVISÃO DE LITERATURA .....	2
1.2.1 – Bioma Cerrado.....	2
1.2.2 – Áreas de transição (Ecótono).....	5
1.2.3 - Cerrado <i>sensu stricto</i> .....	7
1.2.4 - Floresta Estacional (Mata Seca).....	8
CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO LENHOSA EM UM ECÓTONO DE CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> -FLORESTA ESTACIONAL .....	10
2.1 - INTRODUÇÃO .....	10
2.1.1 - Hipótese .....	11
2.1.2- Objetivo .....	11
2.2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.2.1 – Área de estudo.....	11
2.2.2 - Coleta de dados da vegetação.....	13
2.2.2.1 - Inventário florestal.....	13
2.2.3 - Análise dos dados .....	13
2.2.3.1 - Esforço amostral.....	13
2.2.3.2 - Riqueza florística.....	16
2.2.3.3 – Diversidade e Equabilidade florística .....	16
2.2.3.4 - Estrutura da vegetação .....	17
2.2.3.5 - Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro .....	19
2.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
2.3.1 - Esforço amostral.....	20
2.3.2 – Riqueza florística .....	21
2.3.3 – Diversidade e equabilidade de espécies .....	26
2.3.4 - Estrutura da vegetação .....	27



<b>2.4- CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1.1 – Hipótese .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1.2 – Objetivo .....</b>	<b>36</b>
<b>3. 2 – MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.1 – Coleta de dados do solo .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.2 – Análise dos dados.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.1 – Propriedades físicas e químicas do solo .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.2 – Relação vegetação x propriedades físico-químicas do solo .....</b>	<b>42</b>
<b>3.4 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>51</b>
<b>5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1-</b> Lista de espécies lenhosas arbórea-arbustiva registrada no ecótono amostrado em Taguatinga – TO. As espécies estão dispostas em ordem alfabética .....	22
<b>Tabela 2.2-</b> Relação das espécies lenhosas arbóreas e arbustivas com $Db \geq 5$ cm, amostradas, classificadas em ordem decrescente de IVI, com seus respectivos parâmetros fitossociológicos.....	28
<b>Tabela 2.3-</b> Resultados de parâmetros fitossociológicos (densidade, área basal, números de espécies, índice de Shannon, número de parcelas, tamanho da parcela) de estudos em diferentes fisionomias.....	30
<b>Tabela 3.1-</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, na área de ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional localizado no município de Taguatinga, Estado do Tocantins.....	40
<b>Tabela 3.2-</b> Variáveis físicas e químicas do solo com autovetores maiores que $\pm 0,3$ , selecionadas pela análise PCA nas profundidades de 0-10 cm, 20-30 cm e 40-50 cm, amostradas em área de ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional no município de Taguatinga- TO. Em negrito estão destacados as correlações significativas.....	43
<b>Tabela 3.3-</b> Síntese do resultado da CCA: densidade de espécies e propriedades químicas e físicas do solo nas profundidades de 0-10 cm, 20-30 cm e 40-50 cm, amostradas em área de ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional no município de Taguatinga- TO.....	45
<b>Tabela 3.4-</b> Correlação das propriedades químicas e físicas do solo nas profundidades de 20-30 cm e 40-50 cm, com os dois primeiros eixos da ordenação da CCA, amostradas em área de ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional no município de Taguatinga- TO.....	46

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> - Divisão dos biomas brasileiros. Fonte: IBAMA/2010 (adaptado). Produção: Isabel Castro-2010.....	3
<b>Figura 2.1</b> - Localização da área de estudo em relação ao município de Taguatinga e ao Estado do Tocantins. Fonte: Adaptado de IBAMA/ 2010. Produção: Isabel Castro.....	12
<b>Figura 2.2</b> - Localização das parcelas de 20 m x 50 m na área de estudo. Produção: Isabel Castro.....	14
<b>Figura 2.3</b> - Curva espécie-área com formato exponencial com tendência a estabilização e curva platô apresentando estabilização da riqueza de espécies na 7ª parcela amostrada.....	21
<b>Figura 2.4</b> - Número de espécies registradas na amostra de acordo com seu local de ocorrência.....	26
<b>Figura 2.5</b> - Distribuição diamétrica dos indivíduos arbóreo-arbustivos ( $Db \geq 5$ cm) do ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional amostrados em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.....	32
<b>Figura 2.6</b> - Distribuição diamétrica da espécie de maior IVI - <i>Callisthene fasciculata</i> amostrada no ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.....	33
<b>Figura 2.7</b> - Distribuição diamétrica da espécie de segundo maior IVI - <i>Magonia pubescens</i> amostrada no ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.....	33
<b>Figura 2.8</b> - Distribuição diamétrica da espécie de terceiro maior IVI - <i>Dilodrendron bipinnatum</i> amostrada no ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.....	33
<b>Figura 2.9</b> - Distribuição diamétrica da espécie de quarto maior IVI – <i>Myracrodruon urundeuva</i> amostrada no ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.....	33
<b>Figura 3.1</b> - Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), baseado na densidade das 71 espécies, nas 10 parcelas amostradas na área de ecótono cerrado <i>sensu stricto</i> -floresta estacional no município de Taguatinga- TO. O gráfico mostra a	

distribuição das parcelas e das 9 (nove) variáveis do solo amostradas na profundidade de 20-30 cm.....47

**Figura 3.2-** Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA) baseado na densidade das 71 espécies e nas 10 parcelas amostradas na área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no município de Taguatinga- TO. O gráfico mostra a distribuição das espécies e das 9 (nove) do solo amostradas na profundidade de 20- 30 cm. Os nomes das espécies estão abreviados pelas quatro letras iniciais do gênero e pelas três iniciais do epíteto específico (p.ex. Cor gla=*Cordia glabrata*) .....47

**Figura 3.3-** Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA) baseado na densidade das 71 espécies e nas 8 parcelas amostradas na área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no município de Taguatinga- TO. O gráfico mostra a distribuição das parcelas e das 7 (nove) variáveis do solo amostradas na profundidade de 40-50 cm.....48

**Figura 3.4-** Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA) baseado na densidade das 71 espécies e nas 8 parcelas amostradas na área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no município de Taguatinga- TO. O gráfico mostra a distribuição das espécies e das 7 (nove) do solo amostradas na profundidade de 40- 50 cm. Os nomes das espécies estão abreviados pelas quatro letras iniciais do gênero e pelas três iniciais do epíteto específico (p.ex. Agon bra= *Agonandra brasiliensis*).....49

# CAPÍTULO 1

## 1.1 - INTRODUÇÃO GERAL

O presente trabalho faz parte do Projeto Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal, criada no âmbito do Ministério do Meio Ambiente (Resolução SFB/MMA Nº 04 de 23 de junho de 2008). Atualmente, o Brasil conta com quatro redes para monitoramento de sua vegetação natural: a) Rede de Monitoramento da Dinâmica de Florestas da Amazônia Brasileira; b) Rede de Manejo Florestal da Caatinga; c) Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal e d) Rede de Parcelas Permanentes da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Todas estas redes têm como principal objetivo o monitoramento permanente de formações vegetais brasileiras, sejam em condições naturais ou não, localizadas em seus respectivos biomas, visando à obtenção de informações sobre crescimento e sobre a evolução da floresta, bem como sua reação as perturbações diretas ou indiretas incluindo efeitos de regimes de manejo e mudanças climáticas. As informações geradas pelas redes irão alimentar o Sistema Nacional de Informações Florestais (SFB/MMA).

Segundo Ratter *et al.* (2006), o bioma Cerrado é um dos principais centros de biodiversidade do mundo, classificado por Myers *et al.* (2000) como um “hotspot” global de extrema importância para conservação. Para Myers *et al.* (2000), a análise básica para definir um “hotspot” é impulsionada por três critérios: a diversidade/riqueza, o endemismo e o grau de ameaça. Em relação ao endemismo, os autores definem “hotspots” como áreas que possuem pelo menos 0,5% do total de espécies endêmicas do mundo (aproximadamente trezentas mil espécies de plantas). Em relação ao grau de ameaça, os “hotspots” são áreas que perderam 70% ou mais da sua cobertura original e que abrigavam as espécies endêmicas e que os números de espécies ameaçadas superam a conservação dos recursos disponíveis e afirmam que a situação tende a piorar.

Em 2005, a organização não governamental (ONG) Conservação Internacional identificou 34 áreas consideradas “hotspots” mundiais, totalizando 23.490.101 km<sup>2</sup>, que corresponde a 15,7% da cobertura da terra (Mittermeier *et al.*, 2005).

Ratter *et al.* (2006) apresentaram estudo sobre os padrões de biodiversidade do Cerrado tendo como objetivo comparar e integrar outros importantes estudos que vão formar um retrato dos padrões da diversidade florística da vegetação lenhosa do Cerrado, como esse

trabalho que espera também colaborar para um maior conhecimento da flora do Cerrado brasileiro ajudando na sua valorização e na sua conservação.

Esta dissertação é dividida em três capítulos. O primeiro apresenta a introdução geral e a revisão bibliográfica sobre os assuntos gerais abordados. O segundo traz a análise e os resultados dos dados florísticos e fitossociológicos da vegetação estudada, e o terceiro apresenta a análise e os resultados da correlação entre a vegetação e as características químicas e físicas do solo.

## **1.2 - REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.2.1 – Bioma Cerrado**

Em um estudo sobre o conceito de savana Walter *et al.* (2008) salientaram que é extremamente alto e diverso o número de definições para o termo savana e apresentam, entre outras, duas definições de autores reconhecidos pertencentes à escola americana. Na primeira definição, segundo Eiten (1968, 1972), savana é um “*campo graminoso com árvores ou arbustos ou arvoredos espalhados*”. Mais recentemente, Mistry (2000) definiu savana como “*ecossistemas dinâmicos determinados pela umidade e nutrientes disponíveis para as plantas, pelo fogo e pela herbivoria, às diferentes escalas espaciais e temporais.*” Segundo Walter *et al.* (2008), a definição de Mistry tem abordagem moderna, pois inclui aspectos temporais e funcionais da vegetação. As savanas cobrem em escala global cerca de 33 milhões de Km<sup>2</sup> (Beerling e Osborne, 2006) e podem ser encontradas na América do Sul, África, Oceania e Ásia. O Cerrado, considerado a maior savana neotropical, ocupa aproximadamente 2 milhões de Km<sup>2</sup> na parte central do Brasil (Ribeiro e Walter 1998, 2008), mas, essa área varia em função da inclusão das áreas de transição com outros biomas brasileiros (Machado *et al.*, 2004). O Cerrado é a segunda maior formação vegetal brasileira depois da Amazônia (Klink e Machado, 2005) e abrange os seguintes estados (Figura 1.1): Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Maranhão e Tocantins (Embrapa, 2008). No entanto, existem manchas de vegetação de Cerrado em outros domínios de vegetação que aparecem nos estados de Roraima, Amapá, Amazonas, Rondônia, Pará (Machado *et al.*, 2004).

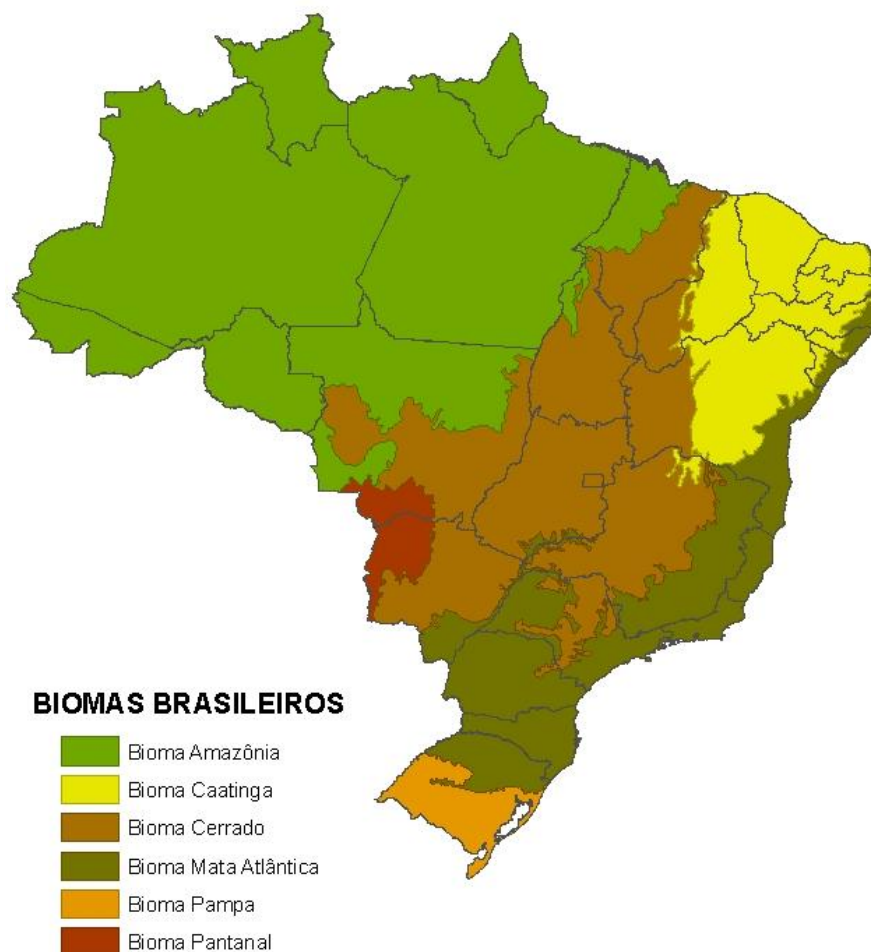


Figura 1.1 - Divisão do biomas brasileiros. Fonte: IBAMA/2010 (adaptado). Produção: Isabel Castro -2010.

Segundo Ribeiro e Walter (2008), o termo cerrado é usado com três diferentes significados o que ocasiona algumas confusões. O primeiro se refere ao bioma Cerrado, o segundo se refere ao cerrado sentido amplo (*lato sensu*), que contempla as formações e tipos de vegetação do bioma, e o terceiro significado refere-se ao cerrado sentido restrito (*stricto sensu*) que é uma das fitofisionomias da formação savânica

A diversidade de solos, topografias e climas que ocorrem na região do Brasil central resulta na diversidade de fisionomias do Cerrado (MMA, 2011), que abrange formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro e Walter, 1998, 2008). As formações florestais

apresentam dossel contínuo ou descontínuo e possui quatro tipos de fitofisionomias: mata ciliar e mata de galeria (associadas a cursos de água e a solos bem ou mal drenados) e mata seca e cerradão (associadas a terrenos bem drenados sem associação com curso de água - interflúvios). A mata de galeria apresenta dois subtipos: inundável e não-inundável. A mata seca apresenta três subtipos: sempre-verde, semidecídua e decídua. O cerradão pode ser classificado como mesotrófico ou distrófico (Ribeiro e Walter, 1998, 2008).

As formações savânicas abrangem quatro fitofisionomias: cerrado sentido restrito ou *sensu stricto*, parque cerrado, palmeiral e vereda. O cerrado *sensu stricto* apresenta quatro subtipos: cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre. O palmeiral possui quatro subtipos que foram determinados pelas espécies dominantes: babaçual, buritizal, guerobal e macaubal. O campo sujo, campo limpo e campo rupestre são as fitofisionomias da formação campestre do Cerrado. O campo sujo e o campo limpo apresentam três subtipos cada um: seco, úmido e com Murundus (Ribeiro e Walter, 1998, 2008).

Os fatores pluviosidade e temperatura (média, mínima e máxima) têm grande importância na formação e distribuição das savanas. De acordo com a classificação de Köppen, o Cerrado apresenta dois tipos de clima predominantes. O primeiro é o megatérmico ou tropical úmido (A), com inverno seco e chuvas máximas no verão (w). Esse clima (Aw) predomina em grande parte do Cerrado. O segundo tipo é o mesotérmico ou temperado quente (C), com inverno seco e temperaturas médias do mês mais quente maior que 22° C (wa). Esse clima (Cwa) ocorre no sul de Minas Gerais e em parte do Mato Grosso do Sul. A precipitação média é de 1.500 mm, variando de 750 mm a 2.000 mm (Silva *et al.*, 2008).

De acordo com Reatto *et al.* (2008), o Cerrado apresenta oito principais classes de solo: **Latossolos** (representam 48,66% do Bioma; são altamente intemperizados; 95% são distróficos com saturação de base < 50% e ácidos- pH < 5); **Neossolos Quartzarênicos** (antes conhecidos por Areia Quartzosa; apresentam baixo teor de argila e matéria orgânica; vegetações associadas: cerrado e/ou campo cerrado); **Argissolos** (antigos Podzólicos; alto teor de argila; vegetações associadas: mata de galeria, mata seca, cerradão, cerrado denso e cerrado típico); **Nitossolo Vermelho** (representam 1,7% do bioma; são solos muito procurados para exploração intensiva de agricultura e pecuária; vegetação associada: mata seca semidecídua); **Cambissolos** (apresentam minerais primários intemperizáveis e alto de teor de silte, o que indica baixo grau de intemperização; representam 3,47% do bioma; vegetações associadas:



mata seca, mata subcaducifólia, mata seca decídua, cerrado típico e cerrado ralo); **Plintossolos** (vegetações associadas: campo limpo úmido, campo sujo úmido e campo ralo. Quando associado ao Plintossolo Pétrico-Plintita transformada em Petroplintita por ciclos de umedecimento e secagem tem-se as fitofisionomias campo limpo, campo sujo e parque cerrado); **Neossolos Litólicos** (apresentam elevados teores de minerais primários; representam 7,49% do Bioma; vegetações associadas: campo limpo, campo rupestre, cerrado rupestre; associação com mata seca decídua se derivado de rochas básicas; em geral são inaptos para a agricultura e por isso a vegetação nativa se encontra em bom estado de conservação) e **Gleissolo Háptico e Melânico** (solos hidromórficos; representam 1,61% do bioma; vegetações associadas: campo limpo úmido, buritizal e mata de galeria).

Nos últimos 50 anos, o Cerrado sofreu rápida e intensa ocupação econômica que resultou na perda da sua diversidade biológica, o que ameaça a sustentabilidade e limita oportunidades para o futuro, principalmente em face com o cenário de mudanças climáticas (Dias, 2008). De acordo com Klink e Machado (2005), as transformações do Cerrado em outros usos têm alto custo ambiental como fragmentação, perda da biodiversidade, invasão de espécies, erosão do solo, poluição das águas, degradação da terra, mudanças no regime do fogo, desequilíbrio no ciclo de carbono e provavelmente mudanças no clima regional. Em um estudo no Cerrado, Hoffmann e Jackson (2000) usaram um modelo para simular o efeito da conversão da savana em pasto e concluíram que essa conversão causaria redução na precipitação em aproximadamente 10% no clima regional.

### **1.2.2 – Áreas de transição (Ecótono)**

A amplitude e intensidade da estação seca é um dos principais fatores que controlam a vegetação tropical do planeta (Hopkins, 1992). Outros fatores como topografia e solo podem influenciar o limite entre uma vegetação e outra. Dentro desse gradiente existem zonas onde uma vegetação é mais dominante que outra. Isso pode ser reflexo do histórico de uso da terra. Uma área muito cultivada ou com intenso uso de fogo terá uma vegetação diferente de outra que não teve esses usos (Hopkins, 1992).

Segundo IBGE (2003), áreas de transição ou de tensão ecológica são regiões que possuem uma mistura de elementos florísticos entre duas regiões adjacentes.

A transição entre floresta - cerrado pode ser abrupta ou gradual possuindo diferentes características nos limites (borda externa) e nos ecótonos (interface interna) (Longman e Jeník, 1992). Para Hoffmann *et al.* (2003), o limite entre savana e floresta é abrupto e muitos fatores como clima, fogo, herbivoria, água, nutrientes no solo, profundidade e textura do solo, explicam a determinação da localização das savanas e das florestas. Já para Hopkins (1992) esse limite da transição é gradual, pois o fogo, o vento e a fauna agem como agentes dispersores fazendo com que as características das duas vegetações se misturem.

Na dinâmica dessas áreas limites entre savana e floresta, o fogo é um importante fator, pois ele mantém o equilíbrio entre o avanço e a retração das florestas. A vegetação das savanas é bastante inflamável podendo queimar em intervalos de 1 a 3 anos. Já a floresta que possui um dossel fechado e quase sem gramíneas mantém o sub-bosque úmido e as espécies são tipicamente menos inflamáveis. Na transição de floresta - savana existe uma descontinuidade não apenas na densidade de árvores, mas também na composição das espécies, com poucas espécies comuns da savana e da floresta (Hoffmann *et al.*, 2003).

Em um estudo realizado em área de transição entre cerrado e mata de galeria no Distrito Federal, Hoffmann *et al.* (2003) mostraram que as diferenças na altura e na espessura da casca entre as duas comunidades são significantes. Os autores comentam que a espessura da casca das espécies do cerrado confere a elas grande habilidade de evitar a mortalidade durante o fogo e isso requer investimento em carbono. Em geral, as espécies do cerrado fazem esse investimento na espessura da casca logo no desenvolvimento inicial e as espécies da floresta apenas quando já são adultas. No entanto, mesmo que as espécies do cerrado invistam na espessura da casca, suas árvores pequenas sofrem maior dano com o fogo intenso. Miranda e Sato (2005) citaram que os danos causados na vegetação lenhosa do cerrado são classificados como leves (chamuscamento, queda das folhas ou morte de galhos finos), severo (morte da parte aérea com rebrota basal e/ou subterrânea- “Topkill”) ou permanente (morte do indivíduo).

Segundo Hopkins (1992), a presença de cerrado nos mosaicos de floresta-cerrado é devido à passagem de fogo. Se a área for protegida da passagem de fogo a vegetação volta a ser floresta pela sucessão secundária. O fogo é o principal fator, depois do clima árido, na dinâmica e na fisionomia da vegetação do cerrado. Por outro lado, Ratter (1992), considera que a transição de floresta decídua para cerrado *sensu stricto* parece ter relação com os fatores

edáficos e o fogo teria pouco significado. O autor analisou mais de doze áreas de transição de floresta decídua para cerrado *sensu stricto* nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Distrito Federal e verificou que a transição está relacionada com a mudança de solos meso e eutróficos ricos em nutrientes para solos distróficos.

Ainda, segundo Ratter (1992), alguns pesquisadores analisaram o solo de áreas de ecótonos de cerradão mesotrófico e floresta decídua e constataram que existe sobreposição nas condições do solo com características de cada tipo de vegetação. Essa sobreposição parece ter permitido a sucessão de um cerradão mesotrófico para floresta (Ratter, 1992).

### **1.2.3 - Cerrado *sensu stricto***

O cerrado *sensu stricto* é uma das fisionomias da formação savânica que compõem o bioma Cerrado e é caracterizado por apresentar árvores baixas, tortuosas com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente apresenta sinais de queimadas, mas algumas espécies possuem órgãos subterrâneos perenes que permitem a rebrota após a queima ou corte (Ribeiro e Walter, 1998).

Essa fisionomia ocupava a área mais extensa (65%) do bioma Cerrado (Marimon Junior e Haridasan, 2005) e, é uma das mais estudadas (Pinto *et al.*, 2005). A diversidade alfa no cerrado *sensu stricto* é considerada elevada e sua flora é uma das mais ricas dentre as savanas do mundo (Felfili e Felfili, 2001; Walter, 2006), mas é também considerada uma das mais ameaçados pela pressão antrópica (Myers *et al.*, 2000), principalmente pela pecuária e agricultura (Machado *et al.*, 2004). Segundo Bustamante e Oliveira (2008), as boas condições físicas e hídricas do cerrado e o relevo plano são fatores que favorecem a agricultura e pecuária.

Devido a sua complexidade, o cerrado *sensu stricto* é subdividido em cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre diferenciados pela densidade da cobertura arbórea e altura dos indivíduos (Ribeiro e Walter, 1998, 2008).

A vegetação do cerrado *sensu stricto* está associada, em grande parte, aos solos das classes Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho Amarelo, que são solos moderadamente ácidos, pobres em nutrientes essenciais e com alto teor de alumínio, contudo, a vegetação também pode ocorrer em solos das classes Cambissolos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos, Plintossolos Pétricos e Gleissolos (Walter *et al.*, 2008).

Haridasan (2005) estudou a disponibilidade de nutrientes em um Latossolo Vermelho e Neossolo Quartzarênico, que são típicos de áreas de cerrado *sensu stricto*. O autor afirma que quando há maior disponibilidade de nutrientes em solos do domínio cerrado a fisionomia é de formação florestal como da mata de galeria ao longo dos cursos de água ou da mata decídua em solos calcários, podendo ser os fatores edáficos um dos responsáveis pela distribuição das espécies.

A topografia e os níveis do lençol freático possuem grande importância na distinção de padrões diferenciados da comunidade de cerrado *sensu stricto*, como mostrado no resultado do estudo da fitossociologia e similaridade florística no Jardim Botânico de Brasília (DF) (Fonseca e Silva Júnior, 2004).

#### **1.2.4 - Floresta Estacional (Mata Seca)**

A floresta estacional ou mata seca é uma das fitofisionomias da formação florestal do bioma Cerrado, diferenciada por perder as folhas na estação seca. A vegetação ocorre em interflúvios, não apresenta associação com curso de água e é caracterizada por diversos níveis de caducifolia durante a estação seca (Ribeiro e Walter, 1988)

A floresta estacional possui três subtipos: mata seca sempre-verde, mata seca semidecídua e mata seca decídua, os quais se distinguem em função do tipo de solo, composição florística e queda das folhas no período seco. A queda das folhas contribui para o aumento da matéria orgânica no solo nos três subtipos de floresta estacional (Ribeiro e Walter, 2008). Nas florestas estacionais decíduas, durante a época da seca, mais de 80% das árvores ficam sem folhas (Nascimento *et al.*, 2007) e a cobertura arbórea pode ser inferior a 35% (Ribeiro e Walter, 2008).

As florestas estacionais decíduas aparecem sob a forma de um *continuum* florestal ou de fragmentos naturais isolados por outros tipos de vegetação. Elas ocorrem nas regiões Centro-Oeste e Nordeste, distribuídas pelas formações savânicas de Cerrado e pelas formações florestais da Caatinga (Scariot e Sevilha, 2005). Ocorrem também na região Norte, entre as formações florestais sempre verdes da Floresta Amazônica, e na região Sul do país, associada às formações florestais da Mata Atlântica. Portanto, as florestas estacionais decíduas estão associadas a diferentes tipos fitofisionômicos e regimes de estacionalidade em volume de

precipitação e temperatura, topografia e características físicas e químicas dos solos (Scariot e Sevilha, 2005).

A floresta estacional pode ser encontrada em solos desenvolvidos em rochas básicas de alta fertilidade. Em Latossolos Roxo e Vermelho Escuro, que são solos de média fertilidade, é comum a ocorrência de florestas estacionais sempre-verdes e semidecíduas. Já em solos de origem calcária com afloramentos rochosos comumente são encontradas as florestas estacionais decíduas, mas podem ocorrer em solos de outras origens (Ribeiro e Walter, 2008).

Kilca *et al.* (2009) citam que apesar de não existirem estudos comparativos entre as florestas decíduas e semidecíduas, foi estabelecido que as áreas da paisagem do Cerrado onde se apresentam solos mais ricos (saturação de base >50%) são ocupadas por florestas estacionais decíduas, que possuem menor diversidade e elevada dominância de espécies edafoespecialistas de solos férteis. E solos de fertilidade intermediária sustentam as florestas estacionais semidecíduas.

Silva e Scariot (2004) chamaram a atenção para a importância da preservação das áreas de florestas estacionais decíduas sobre afloramentos de calcários em função do pouco conhecimento que se tem sobre esse tipo de vegetação e também pelo fato dessas florestas estarem localizadas em áreas onde algumas práticas de manejo, como o uso do fogo, por exemplo, ainda é utilizado para formação de pastagens e expansão da fronteira agrícola, tornando-se uma ameaça para essa fitofisionomia e até mesmo a erradicação desse tipo de vegetação em algumas regiões.

## **CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO LENHOSA EM UM ECÓTONO DE CERRADO *SENSU STRICTO*-FLORESTA ESTACIONAL**

### **2.1 - INTRODUÇÃO**

Estudo recente realizado no bioma Cerrado destaca a importância do conhecimento da flora do Cerrado como meio de delinear estratégias governamentais para a preservação de áreas representativas do bioma e como meio de chamar atenção sobre a sua relevância em escala nacional e mundial que deve ser priorizada para conservação e manejo racional (Embrapa, 2008). Devido à alta diversidade de fisionomias do Cerrado, o bioma possui uma elevada riqueza de espécies (herbáceas, arbustivas, arbóreas e cipós) representada por 12.356 espécies (MMA, 2011).

No estudo da Embrapa (2008), pesquisadores acrescentaram que o Cerrado é muito mais rico do que se pensava e as tipologias, com flora específica, são endêmicas da América do Sul e do Brasil (Mendonça *et al.*, 2008).

O Cerrado faz limite com quatro outros biomas brasileiros: Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Pantanal (MMA, 2011). Essas áreas de contato, os ecótonos, possuem biodiversidade extremamente alta e elevado endemismo de espécies (MMA, 2011), no entanto, estudos de fitossociologia ainda são raros não apenas nas áreas de transição entre os biomas, mas também em áreas de transição entre as diferentes fisionomias do Cerrado. Embora em algumas regiões do Brasil como o Distrito Federal, Minas Gerais e São Paulo haja muitos trabalhos que abordam a caracterização da estrutura da vegetação do Cerrado e sua flora como os de Felfili *et al.* (1997, 2007), muitas áreas ainda não foram estudadas, o que indica que a riqueza de espécies pode ser bem maior do que a relatada até os dias atuais. Segundo os resultados da atualização das áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira, ainda são necessários investimentos em pesquisa para biodiversidade (MMA, 2007).

Diante dessa abordagem, fica claro a importância de estudos fitossociológicos nessas áreas de transição que fazem o Cerrado destaque em diversidade florística. Segundo Silva *et al.* (2002), os estudos fitossociológicos fornecem informações sobre a estrutura da comunidade

de uma determinada área, além de possíveis afinidades entre espécies ou grupos de espécies, acrescentando dados quantitativos a respeito da estrutura da vegetação

### **2.1.1 - Hipótese**

A flora e a estrutura da vegetação lenhosa de uma área de contato cerrado *sensu stricto*-floresta estacional apresenta alta riqueza e diversidade de espécies.

### **2.1.2- Objetivo**

Conhecer a composição florística e a estrutura da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva de uma área de contato cerrado *sensu stricto*-floresta estacional, no sudeste do estado do Tocantins.

## **2.2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1 – Área de estudo**

O estudo foi realizado em uma área de 10 hectares ocupada por ecótono de cerrado *sensu stricto*-floresta estacional pertencente a uma propriedade privada rural localizada no Estado do Tocantins, município de Taguatinga, divisa com o município Aurora do Tocantins (Figura 2.1).

Taguatinga está localizada na latitude 12°24'14" Sul e a uma longitude 46°26'10" Oeste, estando a uma altitude média de 634 metros. Sua população é de 15.053 habitantes e a sua área é de 2.437 km<sup>2</sup> (IBGE, 2011).

O clima de Taguatinga é Subúmido seco com moderada deficiência hídrica (SEPLAN, 2003).

Segundo a SEPLAN (2000) os solos predominantes da região de Taguatinga são os Argissolos e os Latossolos vermelho-amarelo em diversas associações com solos concrecionários, Litossolos, Neossolos Quartzarênicos, Cambissolos, Plintossolos, Latossolo vermelho-escuro, solos hidromórficos e Latossolo amarelo

Foi verificada a presença de afloramentos calcários na área de estudo. Segundo Pereira (2008) os afloramentos na América do Sul estão associados a regiões de clima seco e tendo a floresta estacional como vegetação predominante.

A área está localizada entre as coordenadas  $12^{\circ} 34' 36.508''$  de latitude sul e  $46^{\circ} 24' 38.563''$  de longitude oeste. Há indícios de pouca extração de madeira no local que, segundo depoimentos do proprietário, é para construção de cercas na propriedade.

A área estudada é caracterizada como zona de ecótono de cerrado *sensu stricto*-floresta estacional, onde o limite entre essas fisionomias não é definido.

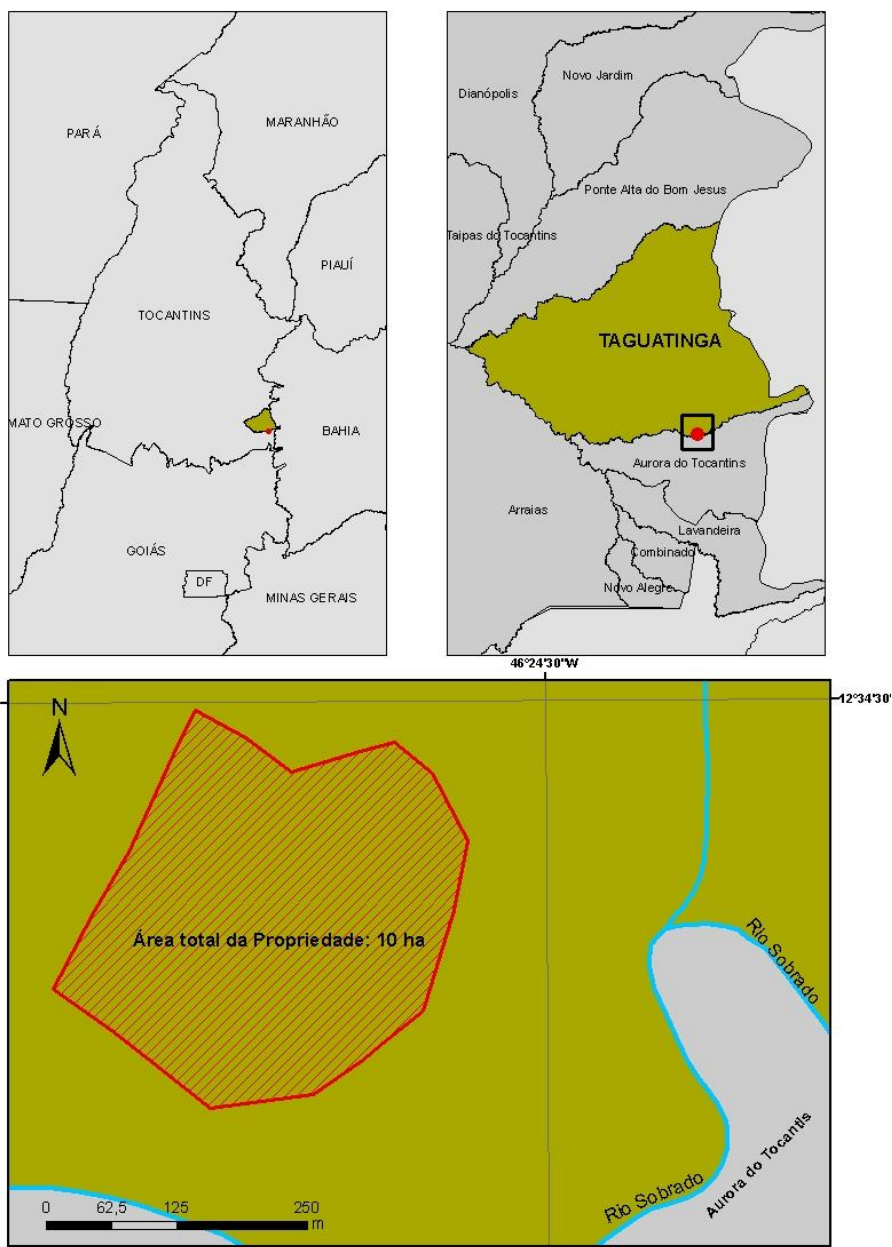


Figura 2.1 - Localização da área de estudo em relação ao município de Taguatinga e ao Estado do Tocantins. Fonte: Adaptado de IBAMA/ 2010. Produção: Isabel Castro.



## **2.2.2 - Coleta de dados da vegetação**

### 2.2.2.1 - Inventário florestal

Foram alocadas aleatoriamente na área 10 parcelas permanentes (Figura 2.2) de 0,1 ha (20 m X 50 m), de acordo com o protocolo estabelecido pela rede de parcelas permanentes dos biomas Cerrado e Pantanal (Felfili *et al.*, 2005).

A área amostrada corresponde a aproximadamente 10% da área total do ecótono. As parcelas foram georreferenciadas com o uso de GPS e delimitadas com estacas de ferro. Todos os indivíduos lenhosos arbóreos e arbustivos, vivos e mortos em pé, com Db (diâmetro tomado a 0,30 m do solo) igual ou superior a 5 cm foram etiquetados com placas de alumínio numeradas, identificados botanicamente e seus diâmetros e alturas registrados. Segundo Felfili *et al.* (2005), a escolha pelo diâmetro a 30 cm do solo deve-se ao pequeno porte das espécies do cerrado *sensu stricto*, e, também, porque muitos troncos bifurcam-se próximos ao solo.

Troncos bifurcados abaixo da altura de medição do diâmetro (Db) foram medidos separadamente (altura e Db) e etiquetados, mas para efeito da densidade foram considerados como um indivíduo. As espécies não identificadas em campo tiveram o seu material botânico coletado, prensado e encaminhado para o herbário da Universidade de Brasília para identificação por especialistas.

## **2.2.3 - Análise dos dados**

### 2.2.3.1 - Esforço amostral

A suficiência amostral é uma análise quantitativa e/ou qualitativa que possibilita saber se a amostra é representativa ou não da comunidade vegetal em estudo (Schilling e Batista, 2008).

Para avaliar o esforço amostral ou suficiência amostral do inventário piloto quanto à representatividade da flora amostrada na área inventariada, foi analisada a curva espécie-área ou curva do coletor, que consiste em uma curva acumulada de espécies registradas à medida que se aumenta a área amostrada.

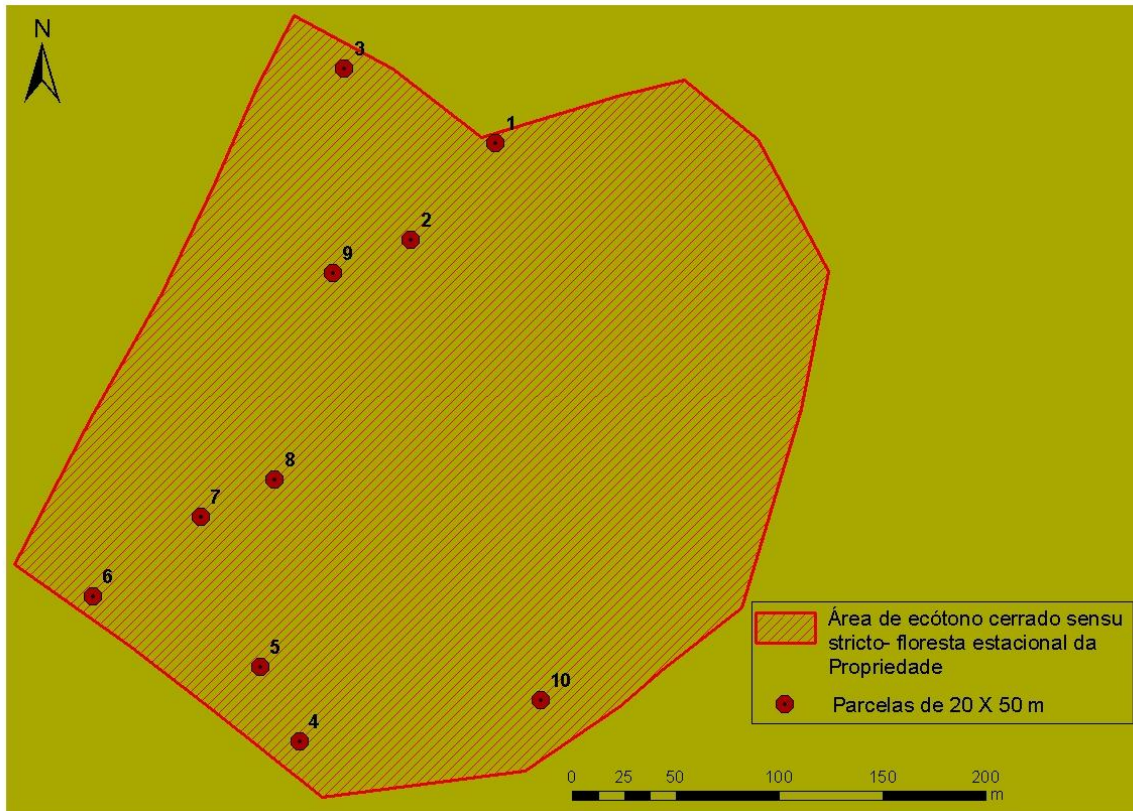


Figura 2.2- Representação da localização das parcelas de 20 m x 50 m na área de estudo. Produção: Isabel Castro.

A curva espécie-área é um procedimento usado para avaliar a precisão do inventário em representar a riqueza de espécies da área de estudo indicando a relação entre o número de espécies com a área amostrada (Maccune *et al.*, 2002; Duringan, 2003, Schilling e Batista, 2008).

Através do procedimento de regressão linear com resposta em platô (REGRELRP) foi calculada a suficiência amostral utilizando a curva espécie-área. Os dados referentes ao número de espécies inéditas acumuladas ao longo da área amostrada foram relacionados à área amostrada (NAPPO *et al.*, 1999; SILVA *et al.*, 2007). Em seguida foi ajustado o modelo de regressão linear com resposta em platô que é dado por:

(1)

em que:

Y = Número acumulado de espécies;

X = Número de parcelas amostradas;

$\beta_0$  e  $\beta_1$  = coeficientes da equação;  
= erro associado ao modelo.

O ajuste do modelo foi feito utilizando o Sistema para Análises Estatísticas SAEG Versão 5.0.

A suficiência amostral do inventário piloto também foi avaliada quanto ao erro amostral requerido, ou precisão requerida. Para atender este estudo, foi considerada uma precisão requerida de 15% ao nível de 5% de significância. Para avaliar essa suficiência amostral foram avaliadas as variáveis densidade ( $\text{ind.ha}^{-1}$ ) e área basal ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

A Norma de Execução nº 1 de 2007 do IBAMA exige que o erro amostral do inventário seja de até 10% para manejo florestal. No entanto, foi estabelecido no presente trabalho, um erro amostral máximo de 15%, pois um erro de 10% é considerado muito rigoroso para uma área com grande heterogeneidade na estrutura da vegetação.

O erro amostral calculado foi obtido conforme Pélico Netto e Brena (1997), ou seja:

$$Er = \frac{t \cdot s_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (2)$$

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 valor do erro padrão da média é obtido a partir da seguinte relação:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \cdot (1-f)} \quad (3)$$

em que:

$x_i$  = valor observado da variável de interesse na parcela i;

f = fator de correção =  $1 - \frac{n}{N}$ ;

n = número de parcelas amostradas;

N = número total de parcelas cabíveis em toda área.

### 2.2.3.2 - Riqueza florística

Foi elaborada uma lista com as espécies arbóreas arbustivas registradas no interior das parcelas. Os indivíduos registrados em cada parcela foram identificados em nível de espécie e gênero de acordo com sistema de classificação botânica *Angiosperm Phylogeny Group- APG II* (2003). As famílias foram consultadas na Lista de Espécies da Flora do Brasil (Forzza *et al.*, 2010). Já a fisionomia de ocorrência das espécies foi consultada no livro *Ecologia e Flora* (Mendonça *et al.*, 2008).

### 2.2.3.3 – Diversidade e Equabilidade florística

A diversidade florística da área de estudo foi avaliada pelo Índice de Shannon, que expressa à riqueza florística da amostra ou comunidade e assume que todas as espécies estão representadas na amostra (Kent e Coker, 1992).

De acordo com Kent e Coker (1992), existe uma grande quantidade de índices de diversidade que tentam explicar a diversidade local expressa por um único número. A diversidade de espécies pode ser avaliada pela riqueza de espécies, por modelos de abundância de espécies e por índices que têm base na abundância proporcional de espécies, como os índices de Shannon e de Simpson (Felfili e Rezende, 2003).

O índice de Shannon é um dos mais utilizados porque a abundância de espécies está em proporções padronizadas. Esse índice atribui maior valor às espécies raras e é um dos melhores índices para ser usado em comparações (Felfili e Rezende, 2003).

No presente estudo, o índice de Shannon foi calculado com uso do programa MVSP (Kovach, 2007). O índice de Shannon está entre 1,5 e 3,5 e é calculado de acordo com a seguinte fórmula (Magurran, 1988):

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad (4)$$

em que:  $H'$  = índice de Shannon;

$p_i$  = a proporção de indivíduos ou a abundância da espécie expressa como uma proporção do número total de espécies, ou seja,  $p_i = n_i/N$ ;

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ;

$N$  = número total de indivíduos;

$\ln$  = logaritmo natural.

O índice de Pielou expressa a abundância relativa das espécies dentro da mesma amostra ou comunidade (Kent e Coker, 1992). Quanto mais próximo de um (1), maior a homogeneidade da distribuição das espécies dentro da área, ou seja, maior a equabilidade (Kent e Coker, 1992). O Índice de Pielou é obtido a partir da seguinte fórmula (Kent e Coker, 1992):

$$J = \frac{H'}{\ln s} \quad (5)$$

em que:

J = índice de Pielou;

H' = índice de Shannon;

S = número de espécies presentes.

#### 2.2.3.4 - Estrutura da vegetação

A estrutura de vegetação foi analisada através dos cálculos dos parâmetros fitossociológicos (Muller-Dombois e Ellenberg, 1974; Kent e Coker, 1992) e pela distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro.

Os parâmetros fitossociológicos foram obtidos da seguinte forma:

a) Densidade - expressa a relação do número de indivíduos por unidade de área. Indivíduos com dois ou mais fustes foram considerados como um indivíduo.

Densidade Absoluta (6)

$$DA_i = \frac{n_i}{\text{área}}$$

em que:

DA<sub>i</sub> = Densidade Absoluta da espécie i;

n<sub>i</sub> = número de indivíduos da espécie i registrado na área amostrada;

área = 1ha.

Densidade Relativa (7)

$$DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^S DA_i} \cdot 100$$

em que:

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

$n$  = número total de espécies registrado na área amostrada.

$S$  = número total de espécies registradas na área amostrada.

b) Dominância - expressa a área ocupada pelos indivíduos das espécies, a partir de suas áreas seccionais, estimadas com base no  $Db$ . Os indivíduos com dois ou mais fustes tiveram as áreas seccionais somadas.

Dominância Absoluta (8)

$$DoA_i = \frac{G_i}{\text{área}}$$

em que:

$DoA_i$  = Dominância absoluta da espécie  $i$  em  $m^2 \cdot ha^{-1}$ ;

$G_i$  = Área basal da espécie  $i$  ( $m^2$ ), sendo:

$$G_i = \sum_{j=1}^{n_i} \left( \pi \cdot \frac{d_j^2}{4} \right)$$

em que:

$d_j$  =  $Db$  do indivíduo  $j$ , em metro;

$\pi$  = Valor do PI (3,14159265);

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

Dominância Relativa (9)

$$DoR_i = \frac{Do_i}{\sum_{i=1}^S Do_i} \cdot 100$$

em que:

$DoR_i$  = Dominância relativa da espécie  $i$ ;

c) Frequência - considera o número de parcelas em que determinada espécie ocorre.

Frequência Absoluta (10)

$$FA_i = \frac{p_i}{P} \cdot 100$$

em que:

$FA_i$  = Frequência absoluta da espécie i, em %;

$p_i$  = número de parcelas amostradas com ocorrência da espécie i;

$P$  = número total de parcelas amostradas.

Frequência Relativa (11)

$$FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^s FA_i} \cdot 100$$

em que:

$FR_i$  = Frequência relativa da espécie i;

d) Índice de Valor de Importância - sintetiza o grau de importância de uma espécie em um determinado local em termos relativos aos parâmetros densidade, dominância e frequência.

$$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i \quad (12)$$

em que:

$IVI_i$  = Índice Valor de Importância da espécie i;

$DR_i$  = Densidade Relativa da espécie i;

$DoR_i$  = Dominância Relativa da espécie i;

$FR_i$  = Frequência Relativa da espécie i.

#### 2.2.3.5 - Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro

Foram analisadas a distribuição diamétrica dos indivíduos da área de estudo como um todo e com base nos dados de indivíduos com  $Db \geq 5$  cm das quatro espécies com maiores

índices de importância. Os indivíduos registrados no inventário foram distribuídos em classes de diâmetro, visando conhecer a estrutura diamétrica da comunidade estudada.

Para que houvesse a possibilidade de realizar comparações com outros estudos, foi adotado intervalo de classe de 5 cm para a distribuição diamétrica, conforme Oliveira-Filho (1994) e Felfili (1995b).

## **2.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **2.3.1 - Esforço amostral**

Quanto à suficiência amostral quantitativa, verificou-se que o erro amostral baseado na densidade de indivíduos por parcela foi de 10,9% e o erro amostral baseado na área basal por parcela foi de 13,8%, considerando um nível de significância de 5%. Ambos foram inferiores a precisão requerida (15%), indicando que a amostragem (1 ha) foi suficiente para representar a área estudada em termos quantitativos.

Quanto à suficiência da amostragem para representar a composição florística do ecótono amostrado, a curva espécie-área apresenta formato exponencial esperado, com tendência a estabilização no final da curva. Segundo a análise da curva platô (figura 2.3), a estabilização da riqueza de espécie ocorreria na sétima parcela, ou seja, aos 0,7 ha amostrados. Neste ponto, cerca de 96% do total das espécies já haviam sido representadas na amostra.

Fonseca e Silva Júnior (2004), estudando duas áreas de cerrado *sensu stricto* (vale e interflúvio) e utilizando o mesmo número e tamanho de parcelas amostradas no presente estudo, verificaram que a curva espécie-área no interflúvio alcançou a estabilidade florística na 5ª parcela, aproximadamente, e, no vale, na 7ª parcela, aproximadamente. No mesmo estudo, os autores mostraram que a riqueza e o índice de diversidade (54 espécies e  $H' = 3,40$ ) na área do vale foram maiores que na área de interflúvio (53 espécies e  $H' = 3,16$ ). Com esse resultado pode-se inferir que em áreas mais ricas e mais diversas a curva espécie-área tende a se estabilizar com maior número de parcelas amostradas. A mesma conclusão pode-se tirar do presente estudo, que apresentou maior riqueza e maior diversidade que à área de interflúvio e teve a curva espécie-área estabilizada com maior área amostrada.



### 2.3.2 – Riqueza florística

A vegetação lenhosa arbórea e arbustiva ( $Db \geq 5$  cm), foi representada por 71 espécies, 57 gêneros e 31 famílias (tabela 2.1). A família com maior número de espécies foi a Fabaceae com 11 espécies, seguida das famílias Malvaceae (7) e Bignoniaceae (5) e Anacardiaceae (5).

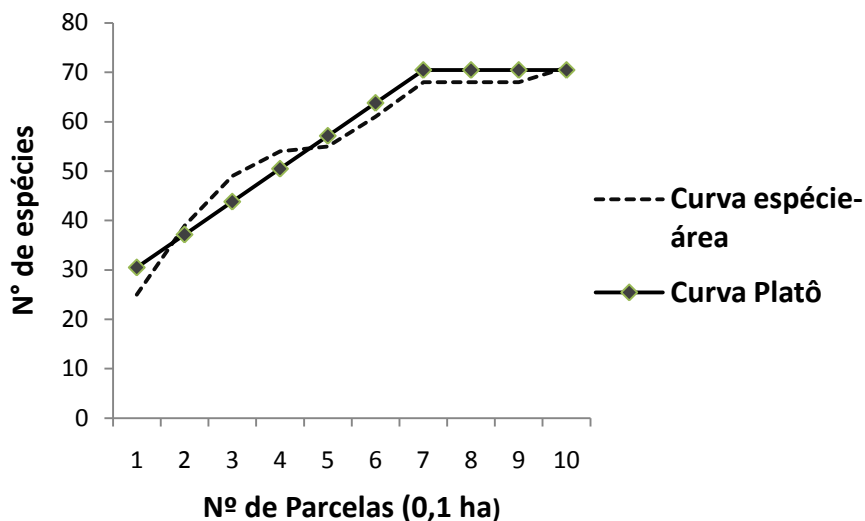


Figura 2.3- Curva espécie-área com formato exponencial com tendência a estabilização e curva platô apresentando estabilização da riqueza de espécies na 7ª parcela amostrada.

Fabaceae, que neste estudo representou 35% do número total de famílias da área, é também citada como predominante em riqueza em outros estudos em áreas de cerradão, mata de galeria e cerrado rupestre (Dietzsch, 2006; Lima *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2010), mostrando a importância dessa família para diferentes fisionomias do Cerrado.

A família Bignoniaceae também apareceu como a segunda família com maior número de espécies em uma área de floresta estacional decidual no Brasil Central (Felfili *et al.*, 2007). A representatividade dessa família é citada como importante padrão fitogeográfico para as florestas estacionais deciduais (Nascimento *et al.*, 2004).

O número de espécies amostrado (71) foi maior do que o encontrado em um cerrado *sensu stricto* localizado em uma APA no Distrito Federal que foi de 54 espécies (Assunção e Felfili, 2004). Os autores dizem que esse valor está dentro da faixa encontrada para o cerrado *sensu stricto* que geralmente varia de 50 a 80 espécies. A riqueza de espécies também foi maior que a de um cerrado denso no Distrito Federal que apresentou 63 espécies (Andrade *et al.*, 2002). Mas, quando comparado com cerrado *sensu stricto* no Mato Grosso, com 80 espécies, a área desse estudo apresentou menor riqueza (Felfili e Felfili, 2001).

Tabela 2.1- Lista de espécies lenhosas arbóreas-arbustivas registradas no ecótono amostrado em Taguatinga – TO. As espécies estão dispostas em ordem alfabética.

<b>Espécies</b>	<b>Família</b>
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.	Opiliaceae
<i>Alibertia macrophylla</i> K. Schum.	Rubiaceae
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Fabaceae
<i>Andira paniculata</i> Benth.	Fabaceae
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Malvaceae
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake	Apocynaceae
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	Apocynaceae
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. ex A. DC.	Apocynaceae
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	Anacardiaceae
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss.	Malpighiaceae
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Vochysiaceae
<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O. Berg	Myrtaceae
<i>Casearia rupestris</i> Eichler	Salicaceae
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Cannabaceae
<i>Combretum duarceanum</i> Cambess.	Combretaceae
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae
<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A.DC.	Boraginaceae
<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Sapindaceae
<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	Ebenaceae

<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Erythroxylaceae
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	Erythroxylaceae
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Myrtaceae
<i>Ficus enormis</i> (Mart. Ex Miq.) Miq.	Moraceae
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schldl.	Rubiaceae
<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	Bignoniaceae
<i>Handroanthus serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	Bignoniaceae
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Bignoniaceae
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Clusiaceae
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Lythraceae
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	Fabaceae
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.)Engl.	Anacardiaceae
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Malvaceae
<i>Luetzelburgia guaissara</i> Toledo	Fabaceae
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Fabaceae
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Fabaceae
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	Fabaceae
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	Sapindaceae
<i>Maytenus floribunda</i> Reissek	Celastraceae
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão.	Anacardiaceae
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Myrtaceae
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	Ochnaceae
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Fabaceae

<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.)	Burseraceae
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	Malvaceae
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) Robyns	Malvaceae
<i>Psidium myrsinites</i> Mart. ex DC.	Myrtaceae
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae
<i>Randia</i> sp.	Rubiaceae
<i>Rhamnidium elaeoarpum</i> Reissek	Rhamnaceae
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	Celastraceae
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Euphorbiaceae
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	Simaroubaceae
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger Lanj. & Boer	Moraceae
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. e Naudin	Malvaceae
<i>Syagrus</i> sp.	Arecaceae
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore	Bignoniaceae
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Bignoniaceae
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	Fabaceae
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Combretaceae
<i>Terminalia brasiliensis</i> (Cambess. ex A. St.-Hil.) Eichler	Combretaceae
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K. Schum.	Rubiaceae
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae

Com relação à área preferencial de ocorrência, 17 espécies são citadas pela literatura como encontradas no cerrado *sensu stricto*: *Leptolobium dasycarpum*, *Anacardium*

*occidentale*, *Andira paniculata*, *Curatella americana*, *Diospyros hispida*, *Erythroxylum suberosum*, *Eugenia dysenterica*, *Guettarda viburnoides*, *Kielmeyera coriacea*, *Machaerium opacum*, *Maytenus floribunda*, *Psidium myrsinites*, *Qualea grandiflora*, *Qualea multiflora*, *Roupala montana*, *Tachigali vulgaris* e *Tocoyena formosa*. Onze espécies são citadas como encontradas na fisionomia floresta estacional: *Anadenanthera colubrina*, *Apeiba tibourbou*, *Aspidosperma subincanum*, *Cedrela fissilis*, *Celtis iguanaea*, *Dilodendron bipinnatum*, *Machaerium hirtum*, *Sebastiania brasiliensis*, *Sterculia striata*, *Handroanthus impetiginosus* e *Tabebuia roseoalba*. Citadas como espécies preferências de cerrado e floresta estacional são listadas 33 espécies: *Agonandra brasiliensis*, *Alibertia macrophylla*, *Anadenanthera peregrina*, *Aspidosperma cuspa*, *Aspidosperma pyriforme*, *Astronium fraxinifolium*, *Callisthene fasciculata*, *Campomanesia velutina*, *Casearia rupestris*, *Copaifera langsdorffii*, *Cordia* sp., *Erythroxylum daphnites*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Guazuma ulmifolia*, *Lafoensia pacari*, *Luehea divaricata*, *Machaerium acutifolium*, *Magonia pubescens*, *Myracrodruon urundeuva*, *Myrcia tomentosa*, *Ouratea castaneifolia*, *Platypodium elegans*, *Protium heptaphyllum*, *Pseudobombax longiflorum*, *Pseudobombax tomentosum*, *Rhamnidium elaeoarpum*, *Salacia elliptica*, *Simarouba versicolor*, *Tabebuia aurea*, *Handroanthus serratifolius*, *Tapirira guianensis*, *Terminalia argentea*, *Terminalia brasiliensis* e *Zanthoxylum riedelianum*. As espécies *Sorocea bonplandii* e *Ficus enormis* são citadas pela literatura como encontradas apenas em matas ciliares e matas de galeria. *Combretum duarteanum* e *Lithraea molleoides* são espécies encontradas em áreas de transição floresta estacional/cerrado. As espécies *Luetzelburgia guaiassara* e *Jacaranda mimosifolia* não tiveram seu local de ocorrência preferencial encontrado na literatura e para dois indivíduos amostrados não foi possível determinar o local preferencial de ocorrência, pois só foram classificados ao nível de gênero (*Randia* sp. e *Syagrus* sp.). A figura 2.4 apresenta o número de espécies de acordo com a fisionomia de ocorrência preferencial.

A ocorrência de espécies na área do ecótono floresta estacional-cerrado *sensu stricto* pode estar relacionada aos fatores edáficos. Segundo Ratter (1992), a vegetação do cerrado ocorre essencialmente em solos distróficos e quando o solo é mais fértil com altos níveis de cálcio e magnésio, a vegetação será de floresta decídua e semidecídua. O terceiro capítulo tratará dessa relação espécie – fatores edáficos.

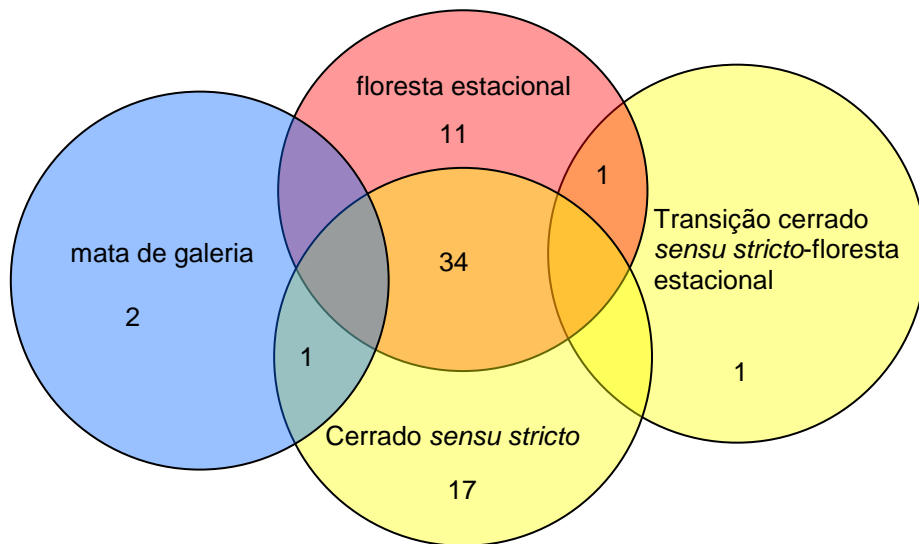


Figura 2.4 – Número de espécies registradas na amostra de acordo com seu local de ocorrência. Totalizando 67 espécies. Quatro espécies não tiveram seu local de ocorrência preferencial encontrado.

### 2.3.3 – Diversidade e equabilidade de espécies

A diversidade florística da área foi de 3,48  $\text{nats.ind}^{-1}$  (índice de Shannon), o que indica que a área tem alta diversidade quando comparada a outros estudos.

Em estudos em áreas de cerrado *sensu stricto* como, em Água Boa- MT, por exemplo, o índice de Shannon foi de 3,69, sendo esta considerada uma área de alta diversidade (Felfili e Felfili, 2001). Em outro estudo, o índice foi de 2,5  $\text{nats.ind}^{-1}$ , no entanto, a área havia sido queimada, causando a redução da diversidade (Fiedler *et al.*, 2004).

Felfili *et al.* (2004) encontraram índice de diversidade de Shannon de 3,73 em área de cerrado *sensu stricto* no Brasil Central, que foi considerado ambiente com altíssima diversidade. Em floresta estacional decidual em Piracicaba-SP, o índice de diversidade foi de 3,0  $\text{nats.ind}^{-1}$  (Ivanauskas e Rodrigues, 2000).

Em um estudo realizado em área de cerrado denso no Distrito Federal, o índice de diversidade, Shannon, encontrado foi de 3,53. Esse valor está de acordo com os valores encontrados em outros estudos em área de cerrado *sensu stricto*, cerradão e mata de galeria no Distrito Federal e Goiás que variaram de (3,17 a 4,25) (Andrade *et al.*, 2002). Mas, esses índices para as áreas de Cerrado são altos quando comparados com aqueles obtidos para lugares em outras formações brasileiras como, por exemplo, as Florestas chuvosas Atlânticas e Amazônicas, que apresentam índices variando de 3,72 a 4,30 (Andrade *et al.*, 2002).

O índice de Pielou foi de 0,816, indicando baixa dominância ecológica, conforme observado Balduino *et al.* (2005), em um estudo em Paraopeba-MG.

### 2.3.4 - Estrutura da vegetação

A estrutura da vegetação foi caracterizada por uma densidade de 1.518 ind.ha<sup>-1</sup> (Db ≥ 5 cm) (Tabela 2.2), com 7 (sete) espécies com densidade de 1 ind.ha<sup>-1</sup>, 7 (sete) espécies com 2 ind.ha<sup>-1</sup>, 11 espécies com 3 ind.ha<sup>-1</sup> e 24 espécies com densidade maior que 15 ind.ha<sup>-1</sup>. A densidade encontrada na área de ecótono amostrada é considerada alta quando comparada com outros estudos em cerrado *sensu stricto* e floresta estacional, o que pode ser atribuído a vários fatores ambientais que devem ser pesquisados.

A dominância absoluta total foi de 19,03 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. As espécies com maior área basal relativa foram *Callisthene fasciculata* (14,1%), *Dilodendron bipinnatum* (8,6%) e *Magonia pubescens* (8,3%).

Quinze espécies tiveram frequência igual a 1 (um), ou seja, apareceram em apenas uma parcela. Dessas quinze espécies, sete possuem densidade igual a 1 (um) e três possuem densidade igual a 2 (dois). Espécies com baixa frequência e baixa densidade podem ser consideradas raras do ponto de vista numérico ou ecológico. Se essas espécies aparecessem em áreas próximas à área de estudo, elas não seriam raras pelo conceito ecológico. Mas, se elas possuem baixa densidade por serem endêmicas de outras formações ou por motivos sucessionais, essas espécies podem ser consideradas raras pelo conceito ecológico (Figueiredo, 1993; Hack *et al.*, 2005). A espécie *Combretum duarteanum* teve frequência igual a 1 (um) e densidade igual a 15, ou seja, todos os 15 indivíduos dessa espécie apareceram em apenas uma única parcela.

As dez espécies com maior IVI foram: *Callisthene fasciculata*, *Magonia pubescens*, *Dilodendron bipinnatum*, *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium*, *Tabebuia aurea*, *Tabebuia roseoalba*, *Rhamnidium elaeoarpum*, *Campomanesia velutina* e *Luehea divaricata*. Essas espécies somam 49% do IVI total das espécies amostradas. Dos 1.518 indivíduos amostrados essas espécies representam 56%. O que fez essas espécies apresentarem maior IVI foi a contribuição da densidade, dominância e frequência.

A espécie com maior densidade foi o *Callisthene fasciculata* (183 ind.ha<sup>-1</sup>), com dominância de 2,68 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e frequência igual a 100, ou seja, presente em todas as parcelas.

Sete espécies de maior IVI foram encontradas nas 10 parcelas amostradas e três tiveram a frequência em nove parcelas. A tabela 2.3 apresenta os resultados de alguns estudos em diferentes fisionomias, bem como os resultados do presente estudo para comparação.

Tabela 2.2- Relação das espécies lenhosas arbóreas e arbustivas com  $Db \geq 5$  cm, amostradas, classificadas em ordem decrescente de IVI, com seus respectivos parâmetros fitossociológicos. DA = densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>); DR = densidade relativa (%); DoA = dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); DoR = dominância relativa (%); FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); e IVI = Índice de Valor de Importância (%).

<b>Espécies</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>IVI</b>
<i>Callisthene fasciculata</i>	183	12,06	2,68	14,10	100	3,2	29,38
<i>Magonia pubescens</i>	92	6,06	1,59	8,37	90	2,9	17,33
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	69	4,55	1,64	8,60	100	3,2	16,37
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	90	5,93	1,02	5,36	100	3,2	14,52
<i>Astronium fraxinifolium</i>	60	3,95	1,21	6,34	100	3,2	13,52
<i>Tabebuia aurea</i>	65	4,28	1,04	5,46	100	3,2	12,96
<i>Tabebuia roseoalba</i>	89	5,86	0,64	3,38	100	3,2	12,46
<i>Rhamnidium elaeoarpum</i>	84	5,53	0,47	2,49	100	3,2	11,25
<i>Campomanesia velutina</i>	81	5,34	0,47	2,45	90	2,9	10,69
<i>Luehea divaricata</i>	44	2,90	0,65	3,41	90	2,9	9,21
<i>Curatella americana</i>	38	2,50	0,82	4,33	70	2,3	9,09
<i>Alibertia macrophylla</i>	52	3,43	0,31	1,63	90	2,9	7,96
<i>Eugenia dysenterica</i>	39	2,57	0,44	2,30	80	2,6	7,45
<i>Guettarda viburnoides</i>	37	2,44	0,33	1,71	90	2,9	7,06
<i>Copaifera langsdorffii</i>	32	2,11	0,27	1,42	100	3,2	6,75
<i>Myrcia tomentosa</i>	12	0,79	0,89	4,66	40	1,3	6,74
<i>Erythroxylum daphnites</i>	49	3,23	0,21	1,09	70	2,3	6,57
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	43	2,83	0,26	1,38	70	2,3	6,47
<i>Machaerium acutifolium</i>	36	2,37	0,25	1,30	80	2,6	6,25
<i>Simarouba versicolor</i>	18	1,19	0,22	1,16	90	2,9	5,25
<i>Lafoensia pacari</i>	21	1,38	0,16	0,83	90	2,9	5,12
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	29	1,91	0,21	1,10	60	1,9	4,94
<i>Terminalia argentea</i>	17	1,12	0,17	0,88	90	2,9	4,90
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	8	0,53	0,45	2,34	40	1,3	4,16
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	18	1,19	0,07	0,39	60	1,9	3,51
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	21	1,38	0,12	0,65	40	1,3	3,32
<i>Combretum duarteianum</i>	3	0,20	0,34	1,81	30	1,0	2,97
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	9	0,59	0,10	0,54	50	1,6	2,75
<i>Aspidosperma subincanum</i>	10	0,66	0,09	0,46	50	1,6	2,73
<i>Leptolobium dasycarpum</i>	15	0,99	0,23	1,18	10	0,3	2,49
<i>Sterculia striata</i>	3	0,20	0,22	1,17	30	1,0	2,34



Continuação da tabela 2.2

<b>Espécies</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>IVI</b>
<i>Diospyros hispida</i>	9	0,59	0,07	0,35	40	1,3	2,23
<i>Casearia rupestris</i>	14	0,92	0,10	0,54	20	0,6	2,11
<i>Machaerium hirtum</i>	4	0,26	0,09	0,49	40	1,3	2,05
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6	0,40	0,11	0,60	30	1,0	1,97
<i>Protium heptaphyllum</i>	8	0,53	0,07	0,38	30	1,0	1,88
<i>Psidium myrsinites</i>	5	0,33	0,03	0,18	40	1,3	1,80
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	7	0,46	0,08	0,40	20	0,6	1,50
<i>Tachigali vulgaris</i>	5	0,33	0,04	0,18	30	1,0	1,48
<i>Agonandra brasiliensis</i>	5	0,33	0,03	0,15	30	1,0	1,45
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	4	0,26	0,04	0,20	30	1,0	1,43
<i>Kielmeyera coriacea</i>	4	0,26	0,03	0,16	30	1,0	1,39
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	3	0,20	0,10	0,54	20	0,6	1,39
<i>Roupala montana</i>	4	0,26	0,03	0,15	30	1,0	1,38
<i>Andira paniculata</i>	3	0,20	0,08	0,44	20	0,6	1,29
<i>Qualea grandiflora</i>	3	0,20	0,01	0,07	30	1,0	1,24
<i>Aspidosperma cuspa</i>	6	0,40	0,03	0,18	20	0,6	1,22
<i>Platypodium elegans</i>	5	0,33	0,04	0,21	20	0,6	1,18
<i>Terminalia brasiliensis</i>	7	0,46	0,06	0,34	10	0,3	1,12
<i>Maytenus floribunda</i>	3	0,20	0,03	0,14	20	0,6	0,99
<i>Tocoyena formosa</i>	3	0,20	0,03	0,13	20	0,6	0,98
<i>Annacardium occidentale</i>	2	0,13	0,04	0,19	20	0,6	0,97
<i>Cordia glabrata</i>	3	0,20	0,01	0,08	20	0,6	0,92
<i>Sorocea bonplandii</i>	3	0,20	0,01	0,06	20	0,6	0,91
<i>Apeiba tibourbou</i>	3	0,20	0,01	0,05	20	0,6	0,90
<i>Anadenanthera colubrina</i>	2	0,13	0,08	0,43	10	0,3	0,89
<i>Erythroxylum suberosum</i>	2	0,13	0,01	0,07	20	0,6	0,85
<i>Ficus enormis</i>	2	0,13	0,01	0,06	20	0,6	0,84
<i>Ouratea castaneifolia</i>	2	0,13	0,01	0,04	20	0,6	0,82
<i>Tapirira guianensis</i>	5	0,33	0,03	0,14	10	0,3	0,79
<i>Anadenanthera peregrina</i>	5	0,33	0,02	0,10	10	0,3	0,75
<i>Salacia elliptica</i>	2	0,13	0,04	0,23	10	0,3	0,68
<i>Qualea multiflora</i>	3	0,20	0,03	0,15	10	0,3	0,67
<i>Cedrela fissilis</i>	2	0,13	0,01	0,07	10	0,3	0,52
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1	0,07	0,01	0,06	10	0,3	0,45
<i>Machaerium opacum</i>	1	0,07	0,01	0,03	10	0,3	0,42
<i>Celtis iguanaea</i>	1	0,07	0,005	0,03	10	0,3	0,41
<i>Randia</i> sp	1	0,07	0,004	0,02	10	0,3	0,41
<i>Syagrus</i> sp	1	0,07	0,003	0,02	10	0,3	0,40
<i>Luetzelburgia guaissara</i>	1	0,07	0,002	0,01	10	0,3	0,40
<i>Lithraea molleoides</i>	1	0,07	0,002	0,01	10	0,3	0,40
<b>Total</b>	<b>1.518</b>	<b>100</b>	<b>19,03</b>	<b>100</b>	<b>3.100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Tabela 2.3 - Resultados de parâmetros fitossociológicos (densidade, área basal, números de espécies, índice de Shannon, número de parcelas, tamanho da parcela) de estudos realizados em diferentes fisionomias.

Fisionomia	Local	DA (ind.ha <sup>-1</sup> )	DoA (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Número de espécies	índice de Shannon	Número de parcelas amostradas	Tamanho da parcela	Autor
Ecótono	Cerrado <i>sensu stricto</i> /mata seca - TO	1.518	19,03	71	3,48	10	20 m x 50 m	Presente estudo
	Amazônia /cerrado- MT	1.555	15,55	113	3,55	25	20 m x 20 m	(Araújo <i>et al.</i> , 2009)
Cerrado <i>sensu stricto</i>	APA Paranoá - DF	882	9,53	54	3,41	10	20 m x 50 m	(Assunção e Felfili, 2004)
	Topografia interflúvio - DF	1.219	8,56	53	3,16	10	20 m x 50 m	(Fonseca e Silva Júnior, 2004)
	Topografia vale - DF	956	5,64	54	3,40	10	20 m x 50 m	(Fonseca e Silva Junior, 2004)
	MT	995	7,5	80	3,69	10	20 m x 50 m	(Felfili <i>et al.</i> , 2002)
Mata seca	GO	536	8,45	36	2,99	25	20 m x 20 m	(Silva e Scariot, 2003)
	GO	734	16,37	39	–	25	20 m x 20 m	(Felfili <i>et al.</i> , 2007)
Cerrado rupestre	GO	1.357	12,39	66	3,33	10	20 m x 50 m	(Lima <i>et al.</i> , 2010)
	GO	674	5,67	65	3,45	10	20 m x 50 m	(Pinto <i>et al.</i> , 2009)
Cerradão	SP	8.454	24,64	125	3,47	25	10 m x 50 m	(Pereira-Silva <i>et al.</i> , 2004)
	Floresta nacional de Paraopeba - MG	1.172	–	61	–	30	10 m x 100 m	(Souza <i>et al.</i> , 2010)

Em um estudo realizado por Silva e Scariot (2003), em uma floresta estacional decidual, as espécies *Luehea divaricata* e *Myracrodruon urundeuva* também apareceram entre as 10 espécies de maior IVI. No estudo de Felfili *et al.* (2007), em floresta estacional decidual no Brasil Central, as espécies *Myracrodruon urundeuva* e *Dilodendron bipinnatum* fizeram parte das espécies de maior IVI. Esses resultados possibilitam inferir que a ocorrência dessas espécies na área de cerrado indica a transição entre cerrado e floresta estacional.

Quando considerado as árvores mortas a densidade da área foi de 1.608 ind.ha<sup>-1</sup>. Foram encontradas 90 árvores mortas, o que representa 6% da densidade total. A dominância foi de 19,99 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e a frequência igual a 100%. Quando incluídas as árvores mortas na análise do IVI, esse grupo de espécies ocupou a quinta posição (VI= 13,50).

### **2.3.5 - Distribuição diamétrica**

Observa-se na figura 2.5 que a distribuição dos indivíduos ( $Db \geq 5$  cm) em classes diamétricas segue o padrão J- inverso, comumente observado para a maioria das florestas tropicais (Felfili *et al.*, 2000). A maior parte dos indivíduos (58%) encontra-se na primeira classe de diâmetro (5 a 8,9 cm). Cerca de 22% dos indivíduos estão na segunda classe (9 a 12,9 cm), e apenas 0,4% apresentaram diâmetro superior a 34 cm. As espécies que apresentaram maiores valores de Db foram *Dilodendron bipinnatum* (52,5 cm), *Pseudobombax longiflorum* (50 cm) e *Copaifera langsdorffii* (48,8 cm).

No inventário florestal do cerrado *sensu stricto* de Minas Gerais, houve unanimidade no comportamento da distribuição diamétrica, todas convergindo a um comportamento exponencial negativo ou J-invertido. Scolforo *et al.* (2008) afirmam que a grande densidade de indivíduos nas menores classes de diâmetro está apta a fornecer parte de seus representantes para as classes de diâmetro superiores durante períodos futuros, auxiliando na dinâmica e possibilitando a continuidade da vegetação.

Nesse estudo, o intervalo de classe calculado foi igual a 5 cm para as classes de diâmetro (Spiegel, 1976). Muitos estudos também utilizaram intervalo de classe de 5 cm (Assunção e Felfili, 2004; Pinto e Hay, 2005).

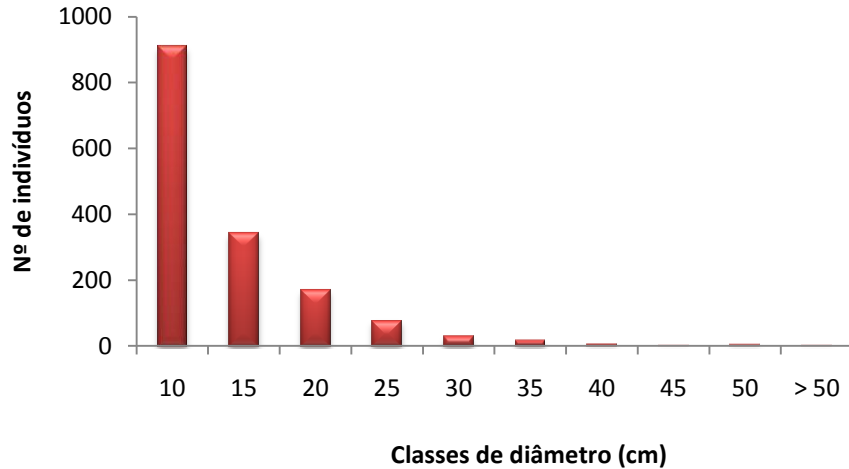


Figura 2.5- Distribuição diamétrica dos indivíduos arbóreo-arbustivos ( $Db \geq 5$  cm) do ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional amostrados em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.

As espécies *Callisthene fasciculata*, *Magonia pubescens* e *Myracrodruon urundeuva* (tabelas 2.6, 2.7 e 2.8) apresentaram a distribuição dos seus indivíduos em classes de diâmetro seguindo um padrão de J – inverso que indica que essas espécies estão com balanço positivo entre recrutamento e mortalidade. Já para a espécie *Dilodrendron bipinnatum* (tabela 2.10), o padrão J – inverso não é claramente observado, e isso pode ser consequência de fatores como exploração seletiva, fogo, dentre outros causando desequilíbrio populacional. No entanto, é necessária a realização de monitoramentos contínuos na área visando verificar se esse padrão sofrerá alterações ao longo do tempo.

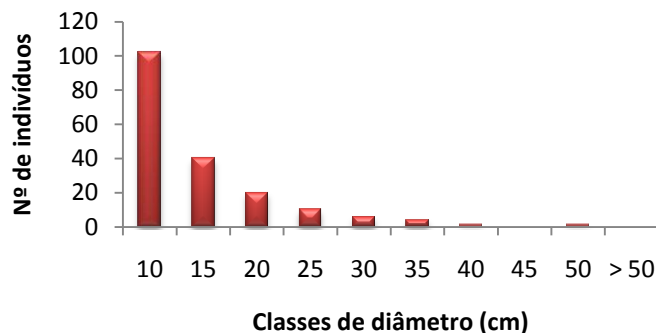


Figura 2.6- Distribuição diamétrica da espécie de maior IVI - *Callisthene fasciculata* amostrada no ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.

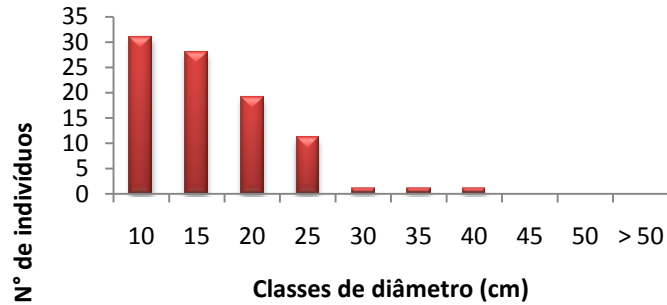


Figura 2.7- Distribuição diamétrica da espécie de segundo maior IVI - *Magonia pubescens* amostrada no ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.

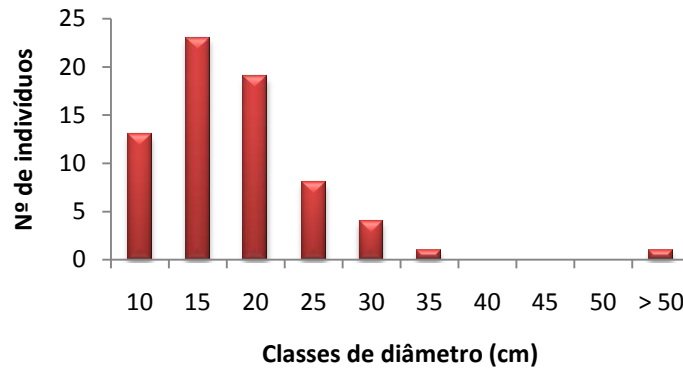


Figura 2.8- Distribuição diamétrica da espécie de terceiro maior IVI - *Dilodendron bipinnatum* amostrada no ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.

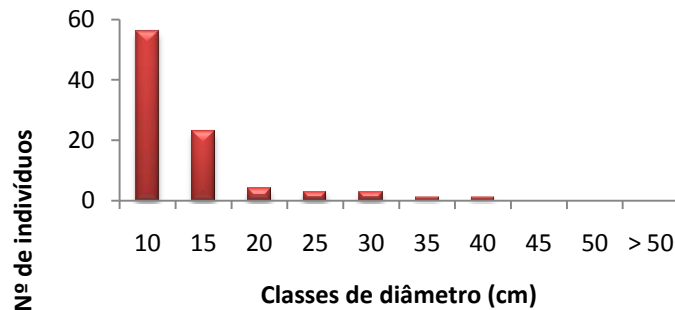


Figura 2.9- Distribuição diamétrica da espécie de quarto maior IVI - *Myracrodruon urundeuva* amostrada no ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional em 10 parcelas de 20 m x 50 m, município de Taguatinga, Estado do Tocantins.

## 2.4- CONCLUSÃO

Esse capítulo destacou aspectos importantes para a vegetação da área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional amostrado em uma propriedade particular no município de Taguatinga no Estado do Tocantins. A riqueza de espécies (71) encontrada na área foi considerada alta e foi maior do que a encontrada em outros estudos no cerrado *sensu stricto* e em floresta estacional.

Os elevados valores de densidade (1518 ind.ha<sup>-1</sup>) e área basal (19,03 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) leva a inferir que áreas de ecótonos entre duas fisionomias são áreas de alta riqueza e densidade de espécies.

A vegetação inventariada em geral apresentou padrões comuns da fisionomia do cerrado *sensu stricto* e da fisionomia floresta estacional como a distribuição diamétrica, a curva espécie-área e as espécies de maior Índice de Valor de Importância. As cinco espécies de maiores IVI foram: *Callisthene fasciculata*, *Magonia pubescens*, *Dilodendron bipinnatum*, *Myracrodruon urundeuva* e *Astronium fraxinifolium*, espécies de ocorrência mais comum em formações florestais do que formações savânicas.

Os resultados aqui apresentados ratificaram que a área é um ecótono entre cerrado *sensu stricto*-floresta estacional, com elementos de mata de galeria, como, por exemplo, a presença das espécies *Sorocea bonplandii* e *Ficus enormis*.

## **CAPÍTULO 3 - ESPÉCIES FLORESTAIS DE ÁREA DE ECÓTONO DE CERRADO *SENSU STRICTO*-FLORESTA ESTACIONAL E PROPRIEDADES EDÁFICAS**

### **3.1 – INTRODUÇÃO**

Visando obter informações básicas para o manejo ou conservação das florestas é necessário determinar o agrupamento dos indivíduos de uma determinada espécie e, para tanto, é fundamental o conhecimento dos padrões de distribuição espacial (Nascimento *et al.*, 2002).

Os indivíduos de uma população podem estar arranjados ao acaso, ou em intervalos regulares, ou agrupados formando determinadas manchas, indicando que as espécies possuem um padrão na distribuição (Nascimento *et al.*, 2002).

Levantamentos florísticos e fitossociológicos possibilitam o conhecimento de informações básicas importantes sobre as comunidades naturais, mas não esclarecem quais são os fatores relacionados às variações florísticas e estruturais das comunidades. Para que se entenda essa relação são necessários estudos considerando fatores bióticos, abióticos e antrópicos que influenciam ou determinam a estrutura e composição florística de uma comunidade para que se possa obter informações importantes para o entendimento do funcionamento destes ecossistemas (Dietzsch, 2006).

Conforme Kent e Coker (1992), as razões pelas quais as espécies crescem juntas em um ambiente particular geralmente estão relacionadas às necessidades semelhantes de luz, temperatura, água, drenagem e nutrientes do solo, e também, a mecanismos semelhantes em tolerar predação, fogo, corte e pisoteio. Diferentes níveis ou diferentes gradientes de uma variável ambiental fazem com que as espécies respondam diferentemente a essa variável (Kent e Coker, 1992).

Oliveira-Filho (1994) cita que a coexistência de espécies arbóreas em uma comunidade é resultado da heterogeneidade espacial do meio ambiente, como as propriedades do solo, regime hídrico, luz, temperatura, zonas de enraizamento no solo, estratificação das copas. A topografia, em escala local, tem sido o fator que mais resulta em variações na estrutura da comunidade.

De acordo com Felfili (1998), o conhecimento dos padrões de distribuição de espécies contribui para o entendimento dos fatores ambientais mais importantes que determinam a

estrutura da comunidade. Assim, este estudo busca verificar se a distribuição das espécies da área de ecótono de cerrado *sensu stricto*-floresta estacional, no município de Taguatinga, Estado do Tocantins, é influenciada pelas características químicas e físicas do solo.

### **3.1.1 – Hipótese**

A distribuição espacial das espécies da área de ecótono de cerrado *sensu stricto*-floresta estacional sofre influência das propriedades físicas e químicas do solo.

### **3.1.2 – Objetivo**

Avaliar os padrões de distribuição espacial das espécies arbórea-arbustiva da área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional, no município de Taguatinga, Estado do Tocantins, em função das propriedades químicas e físicas do solo.

## **3. 2 – MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 – Coleta de dados do solo**

Nas 10 parcelas permanentes de 20 m X 50 m (0,1 ha) alocadas aleatoriamente para coleta de dados das espécies florestais ( $Db \geq 5$  cm) foram também coletadas amostras de solos no início, meio e fim de cada parcela, em três níveis diferentes de profundidade: 0-10 cm, 20-30 cm e 40-50 cm. Contudo, em duas das 10 parcelas amostradas (P02 e P03) não foi possível coletar o solo na profundidade de 40-50 cm, pois a partir de 30 cm detectou-se apenas rocha, não havendo solo para ser coletado.

Durante a coleta, as amostras de solo eram armazenadas em sacolas plásticas etiquetadas com o número da parcela, número da amostra e profundidade. Após a coleta o solo foi enviado para análise no Laboratório de Solos de Viçosa-MG para a realização das análises químicas e físicas.

Quanto às propriedades físicas do solo foram determinadas as porcentagens de argila, silte e areia. Quanto as propriedades químicas foram analisados os teores de fósforo (P), potássio (K) ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), cálcio (Ca), magnésio (Mg), H+Al, soma de bases trocáveis, a capacidade de troca catiônica a pH 7.0 ( $\text{cmolc}/\text{dm}^3$ ), saturação de bases (%), o teor de matéria



orgânica (dag/kg) e os micronutrientes: zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e boro (B) (mg/dm<sup>3</sup>). O pH em água também foi determinado.

Os nutrientes P, K, Fe, Zn, Cu e Mn foram extraídos com o extrator Mehlich 1. Ca, Mg e Al foram extraídos com o extrator KCl 1 mol/L e H+Al com o extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L pH 7,0. Para B, o extrator foi água quente.

### 3.2.2 – Análise dos dados

Inicialmente foi realizada uma análise das variáveis do solo onde se calculou a média, o valor máximo e mínimo e o coeficiente de variação para cada variável, em cada profundidade do solo para melhor conhecimento de cada variável.

As variáveis com coeficiente de variação maior que 20% foram consideradas relevantes e foram selecionadas para serem submetidas a um teste de correlação com as variáveis da vegetação: densidade e área basal. A correlação considerou um nível de significância de 5%.

Em seguida os dados foram submetidos a análises multivariadas para verificar a ocorrência de influências das variáveis do solo na distribuição espacial da vegetação, conforme sugerido por Felfili *et al.* (2007); Kent e Coker (1992); Oliveira-Filho (1994). A análise multivariada considera as técnicas estatísticas que analisam simultaneamente múltiplas medidas sobre objetos do estudo (Hair Jr *et al.*, 2009). Muitas dessas técnicas foram desenvolvidas para a interpretação dos dados de vegetação (Felfili *et al.*, 2007) e a maioria pertence aos métodos de classificação e ordenação (Kent e Coker, 1992).

Kent e Coker (1992) afirmam que todos os métodos para definir e reconhecer comunidades de plantas são métodos de classificação. Tais métodos têm como objetivo agrupar um conjunto de indivíduos (parcelas) com base nos seus componentes (composição florística). O objetivo é reconhecer grupos similares entre si (Valentin, 2000). No entanto, segundo esse mesmo autor, se o meio físico for fortemente descontínuo e a amostragem for feita de cada lado de um forte gradiente, é possível que se tenha dificuldades em se definir grupos de amostras.

Os métodos de classificação são métodos indiretos de análise de gradientes ambientais, pois trabalham com uma única matriz de dados (Felfili *et al.*, 2007). Neste estudo, o objeto da análise é uma matriz de vegetação com dados de densidade de espécies.

Para o presente estudo foi realizada a análise de agrupamentos divisivos (TWINSPAN). O TWISNPAN (*Two Way Indicator Species*) é uma técnica divisiva onde se inicia com um único grupo que é posteriormente subdividido em subgrupos, tendo como princípio básico a dicotomia entre as unidades amostrais (Valentin, 2000). Para cada divisão é calculado um autovalor que representa a contribuição relativa de cada componente para a explicação da variação dos dados. Para dados obtidos na natureza, quando o autovalor é maior que 0,3, o componente é considerado significativo na determinação da variação dos dados (Felfili *et al.*, 2007).

Segundo Kent e Coker (1992), o TWISNPAN se baseia na idéia de pseudo-espécies onde a presença de espécies em níveis predeterminados de densidade é utilizada. A escala é geralmente dividida em cinco níveis de densidade: 1-2 de densidade, representa o primeiro nível de pseudo-espécies; 3-5, o segundo nível; 6-10, o terceiro; 11-20, o quarto; 21 ou mais, o quinto. Para estes níveis de densidade, os níveis de corte são 0, 2, 5, 10 e 20, os quais foram utilizados nesse estudo.

Os níveis de densidade foram depois utilizados na forma de presença/ausência para realização da classificação. O princípio dessa técnica é que para um grupo de amostras que constitui um tipo de comunidade haverá um grupo de espécies caracterizando a comunidade, que são as espécies indicadoras (Kent e Coker, 1992; Felfili *et al.*, 2007). Segundo Felfili *et al.* (2007), o TWINSPAN gera um valor indicador (1 ou -1) para cada espécie do conjunto quando ela ocorre apenas em um lado da divisão. Quando ela ocorre em todas as parcelas o valor é zero. A espécie indicadora é aquela que ocorre com maior peso que as demais em apenas um lado da divisão.

Para a realização das análises foi construída uma matriz de espécie com valores de densidade das 71 espécies nas 10 parcelas. As análises foram realizadas no programa PC-ORD for Windows, versão 4.14 (McCune e Mefford, 1999).

Valentin (2000) sugere que após a análise de agrupamento é necessário fazer uma análise de ordenação com os mesmos dados para evidenciar os fatores responsáveis pelo agrupamento. A análise de ordenação é um método que consiste em ordenar amostras em função de vários critérios que se posicionam dentro de um espaço com projeções ao longo dos eixos (Valentin, 2000). O objetivo da ordenação é explorar as relações entre vegetação e variáveis ambientais (Felfili *et al.*, 2007).

Na ecologia, o princípio da ordenação é que grande parte da variabilidade de dados multivariados está concentrada sobre poucos componentes e que os gradientes principais estão ligados com determinados fatores ambientais (Kent e Coker, 1992; Felfili *et al.*, 2007).

Dentre os métodos de ordenação, a técnica usada nesse estudo foi a Análise de Correspondência Canônica (“*Canonical Correspondence Analysis*” - CCA) (Ter Braak, 2002). Segundo Oliveira-Filho (1994), a CCA permite a ordenação simultaneamente de espécies, parcelas e variáveis ambientais. Os eixos de ordenação das espécies e parcelas são definidos em combinação com as variáveis ambientais resultando em diagramas chamados biplots. Essa técnica identifica para cada eixo as variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas com a distribuição das espécies.

Segundo Kent e Coker (1992), a CCA tem se destacado como a técnica mais indicada para estudos onde o interesse é entender correlações entre fatores ambientais e vegetação. Para Oliveira-Filho (1994), a maior vantagem dessa técnica é considerar o teste de permutação de Monte Carlo que consiste em um teste de significância das correlações encontradas. O teste de Monte Carlo é um teste estatístico, onde os valores reais dos dados obtidos são mantidos e são permutados aleatoriamente.

Para selecionar as variáveis ambientais que fizeram parte da matriz ambiental na análise CCA, foi feito previamente uma Análise dos Componentes Principais (PCA) que remove as intercorrelações e duplicações das variáveis no grupo. A PCA é uma análise de ordenação indireta que condensa grande número de variáveis em um grupo pequeno, preservando a estrutura dos dados (Felfili *et al.*, 2007).

A análise CCA foi composta por duas matrizes: matriz de densidade com 71 espécies arbóreas e arbustivas ( $Db \geq 5$  cm) e 10 parcelas (20 x 50 m) e a matriz com as propriedades físico-químicas do solo selecionadas na PCA. A PCA e CCA foram processadas no programa PC-ORD for Windows, versão 4.14 (McCune e Mefford, 1999).

### **3.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

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

Os valores de pH do solo nas profundidades de 0-10 cm, 20-30 cm e 40-50 cm variaram de 6,3 a 7,1. Portanto, o solo da área de estudo é classificado como um solo de acidez fraca a neutra. Esses valores de pH são diferentes dos valores encontrados para cinco áreas de

cerrado *sensu stricto* na Chapada da Pratinha no Brasil central onde os valores variaram de 4,2 a 5,2 sendo classificados como solos de acidez muito elevada a acidez média (Felfili e Silva Junior, 1993).

O solo foi considerado de fertilidade Muito Boa quando relacionado à porcentagem de matéria orgânica na camada de 0-10 cm, que teve o valor médio de 7,7%. Já nas camadas de 20-30 e 40-50 cm, as médias de matéria orgânica foram 3,7 % e 2,7 % respectivamente, sendo considerado um solo fertilidade Média, segundo a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999).

Em termos de saturação de base (V), o solo está na classe fertilidade de Boa a Muito Boa. A média da soma de bases trocáveis variou de 9,6 a 14,9  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ , valores estes considerados Muito Bom (CFSEMG, 1999).

Segundo Oliveira Filho e Ratter (2002), solos de alta fertilidade em termos de saturação de base estão associados à vegetação de florestas de vale (mesófilas semidecíduais ou decíduais). Assim, é possível que solo da área do ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional seja um solo mais fértil. A tabela 3.1 apresenta os resultados das médias, dos 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.

Tabela 3.1– 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, na área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional localizado no Município de Taguatinga, Estado do Tocantins.

Profundidade	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC(T)	V	MO	Zn	Fe	Mn	Cu	B	Argila	Silte	Areia	
	H2O	----mg/dm3-----	-----cmolc/dm3-----	-----cmolc/dm3-----	-----cmolc/dm3-----	-----cmolc/dm3-----	-----cmolc/dm3-----	-----cmolc/dm3-----	---%---	-dag/kg-	-----mg/dm3-----	-----mg/dm3-----	-----mg/dm3-----	-----mg/dm3-----	-----mg/dm3-----	-----%	-----%	-----%	
10 cm	Média	6,7	5,1	166,0	10,2	4,2	3,3	14,9	18,2	81,4	7,7	3,9	12,0	133,2	1,2	0,3	39,5	38,0	22,5
	Máximo	7,1	7,7	280,0	13,9	5,1	4,0	19,3	22,1	87,0	9,2	5,9	23,7	186,0	1,9	0,5	47,0	43,0	28,0
	Mínimo	6,3	1,7	113,0	5,1	3,4	2,5	9,3	13,1	71,0	5,1	1,9	5,2	82,6	0,7	0,1	35,0	27,0	18,0
	CV %	3,4	36,7	28,5	23,5	14,6	17,4	18,0	13,7	6,1	16,1	36,9	42,4	25,7	29,5	50,8	8,7	12,2	14,1
30 cm	Média	6,5	3,7	118,4	6,0	4,3	3,0	10,5	13,6	76,8	3,7	2,1	22,5	68,8	2,8	0,0	39,3	37,9	22,8
	Máximo	6,7	10,5	170,0	11,0	6,4	3,8	16,3	19,1	85,0	5,0	4,6	36,7	85,6	3,5	0,1	45,0	45,0	34,0
	Mínimo	6,3	0,9	45,0	3,9	2,9	2,6	7,1	9,8	69,0	2,9	1,0	6,3	57,1	1,7	-	34,0	30,0	16,0
	CV %	1,8	93,7	27,4	44,2	23,4	11,9	27,5	21,0	6,6	18,8	48,6	42,6	15,1	24,1	161,0	8,1	13,9	24,5
50 cm	Média	6,5	4,5	103,0	4,5	4,8	2,6	9,6	12,1	78,0	2,7	1,9	27,7	54,2	2,9	0,0	39,1	40,4	20,5
	Máximo	6,9	16,0	160,0	8,4	7,0	3,1	14,2	16,7	86,0	3,7	3,8	48,6	75,5	4,2	0,1	44,0	45,0	26,0
	Mínimo	6,3	0,9	36,0	3,4	3,2	1,7	6,9	9,6	70,0	1,7	1,1	10,9	36,5	0,7	-	35,0	35,0	13,0
	CV %	3,5	137,2	38,4	37,7	28,6	19,9	25,3	19,5	7,5	22,0	45,2	39,6	19,7	44,5	282,8	7,4	10,1	21,8

As médias dos níveis de cálcio (Ca) variaram entre 4,2 e 10,5 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, valores esses considerados Muito Bom. Segundo Araújo e Haridasan (1997), a presença de maiores teores desse nutriente pode ter interferido na ocorrência de espécies exclusivas do ambiente de uma floresta mesófila semidecidual na Estação Ecológica do Panga. As espécies citadas pelos autores foram: *Acrocomia aculeata*, *Anadenanthera macrocarpa*, *aspidosperma subincanum*, *Dilodendron bipinnatum*, *Guazuma ulmifolia* e *Lithraea molleoides*. Eles citam que essas espécies foram chamadas de calcífilas por Ratter *et al.* (1977).

No presente estudo também foi registrado a presença de algumas dessas espécies: *Aspidosperma subincanum*, *Dilodendron bipinnatum*, *Guazuma ulmifolia* e *Lithraea molleoides*. Portanto, é possível que o solo da área de ecótono seja um solo rico em calcário fazendo com que as espécies da floresta estacional adentrem a fisionomia de cerrado *sensu stricto*.

Ratter (1992) adiciona que a fisionomia e a flora lenhosa das florestas decíduais no Brasil central são caracterizadas por uma pobre comunidade de espécies lenhosas dominadas por poucas espécies indicadoras como *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma subincanum*, *Handroanthus impetiginosus*, *Dipteryx alata* e *Dilodendron bipinnatum*, que também ocorreram nesse estudo com exceção da *Dipteryx alata*. Para Haridasan (1994), é evidente que o cerrado *sensu stricto* desenvolve-se geralmente em solos bem drenados, profundos e de baixa fertilidade, mas sempre ocorrem mudanças na fisionomia e na composição das espécies associadas a mudanças nos fatores edáficos. Entretanto, o cerrado *sensu stricto* ocorre também em solos mesotróficos em pequenas manchas.

### **3.3.2 – Relação vegetação x propriedades físico-químicas do solo**

Para verificar a correlação dos parâmetros densidade e área basal por parcelas com as propriedades químicas e físicas do solo foi realizada análise de correlação com as variáveis do solo que apresentaram coeficiente de variação maior que 20% em cada profundidade (tabela 3.1). As variáveis selecionadas para o teste na profundidade de 0-10 cm foram: P, K, Ca, Zn, Fe, Mn, Cu e B. As variáveis selecionadas na profundidade 20-30 cm foram: P, K, Ca, Mg, SB, CTC, Zn, Fe, Cu, B e areia. Na profundidade de 40-50 cm, as variáveis selecionadas foram: P, K, Ca, Mg, SB, MO, Zn, Fe, Cu, B e areia.

Foram considerados significativos os valores de correlação variando de  $\pm 0,7$  a  $\pm 1$ . Os valores de correlação variam de -1 a 1, onde as variáveis podem se correlacionarem negativa ou positivamente. Os resultados mostraram que nenhuma variável do solo, nas três profundidades amostradas, apresentou correlação expressiva com as variáveis densidade ( $\text{ind.ha}^{-1}$ ) e área basal ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ).

Na análise de classificação TWINSpan com base na densidade não foi possível estabelecer grupos de espécies semelhantes. Na primeira divisão o autovalor (0,28) não foi significativo. Autovalores acima de 0,3 comprovam separações fortes, e, portanto, significativas (Hill, 1979). A princípio esse resultado indica que não há existência de agrupamentos de espécies significativamente diferentes entre si.

A partir da análise PCA, as variáveis do solo que obtiveram autovetores maiores que  $\pm 0,3$  foram selecionadas para a análise da CCA (tabela 3.2)

Tabela 3.2– Variáveis físicas e químicas do solo com autovetores maiores que  $\pm 0,3$ , selecionadas pela análise PCA nas profundidades de 0-10 cm, 20-30 cm e 40-50 cm, amostradas em área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no município de Taguatinga- TO. Em negrito estão destacados as correlações significativas.

	Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
solo 0-10 cm	SB	<b>0,336</b>	0,013
	CTC (T)	<b>0,314</b>	0,005
	V	<b>0,327</b>	0,048
	Mn	0,073	<b>-0,335</b>
	Silte	-0,059	<b>-0,494</b>
	Areia	0,117	<b>0,41</b>
solo 20-30 cm	PH	<b>-0,3213</b>	-0,065
	Ca	<b>-0,3545</b>	0,0195
	Mg	-0,0887	<b>0,3074</b>
	CTC(T)	<b>-0,3401</b>	0,1576
	V	<b>-0,3347</b>	0,0458
	Zn	0,1076	<b>0,4325</b>
	Fe	<b>0,3348</b>	-0,0421
	Silte	-0,0316	<b>-0,4917</b>
	Areia	0,0944	<b>0,3481</b>
solo 40-50 cm	PH	<b>-0,3404</b>	-0,0117
	K	0,0766	<b>-0,3599</b>
	Ca	-0,2135	<b>-0,3526</b>
	Mg	<b>-0,3079</b>	0,0981
	V	<b>-0,3617</b>	0,0498
	MO	0,0268	<b>-0,4043</b>
	Fe	0,0747	<b>0,4133</b>

Os autovalores dos dois primeiros eixos (tabela 3.3) foram baixos ( $< 0,3$ ), portanto, não significativos, indicando que não há correlação entre as espécies e as variáveis do solo na profundidade de 0-10 cm. A variância explicada pelo eixo 1 foi de 17% e a variância acumulada explicada pelos dois eixos foi de 31,2%. Segundo Ter Braak (1988), mesmo variações baixas ( $< 10\%$ ) não interferem na significância entre espécie e ambiente. O teste de Monte Carlo também não foi significativo ( $p > 0,05$ ), indicando que a densidade de espécies e as variáveis do solo não são significativamente correlacionadas.

Os resultados da correlação das espécies com as variáveis do solo na profundidade de 20-30 cm foram significativos. O autovalor do eixo 1 foi alto ( $> 0,3$ ), indicando correlação entre espécie e as variáveis do solo (Ter Braak, 1988). O eixo 1 e 2 foram responsáveis por 31,5% e 48,5% da variância acumulada explicada, respectivamente. O teste de Monte Carlo foi significativo nos dois eixos ( $< 0,05$ ) indicando que a densidade de espécies e as variáveis do solo estão significativamente correlacionadas. O Mg apresentou correlação com o eixo 2 (0,533) e o Fe com o eixo 1 (-0,601). Todas as demais variáveis apresentaram baixa correlação com os dois primeiros eixos ( $< 0,5$ ) (tabela 3.4)

O solo na profundidade de 40-50 cm (tabela 3.3) apresentou autovalores não significativos ( $< 0,3$ ) indicando gradiente curto (Ter Braak, 1988). Os eixos 1 e 2 foram responsáveis por 26,2% e 46,1% da variância total acumulada, o que significa que as variáveis foram suficientes para explicar parte da variação das espécies. O teste de Monte Carlo indicou que as espécies estão significativamente correlacionadas ( $p < 0,05$ ) com as variáveis do solo selecionadas. Em relação à correlação das variáveis com o primeiro e segundo eixo (tabela 3.8), apenas três variáveis apresentaram alta correlação com o segundo eixo ( $> 0,8$ ). Todas as outras variáveis apresentaram baixa correlação com o dois eixos ( $< 0,05$ ) (tabela 3.4).



Tabela 3.3- Síntese do resultado da CCA: densidade de espécies e propriedades químicas e físicas do solo nas profundidades de 0-10 cm, 20-30 cm e 40-50 cm, amostradas em área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no Município de Taguatinga- TO.

<b>Parâmetros</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
<b>Solo 10 cm</b>		
Autovalores	0,228	0,173
Variância acumulada explicada (%)	17,7	31,2
Significância do teste de Monte Carlo para os autovalores	0,82	0,51
<b>Solo 30 cm</b>		
Autovalores	0,406	0,215
Variância acumulada explicada (%)	31,5	48,2
Significância do teste de Monte Carlo para os autovalores	0,005	0,01
<b>Solo 50 cm</b>		
Autovalores	0,235	0,178
Variância acumulada explicada (%)	26,2	46,1
Significância do teste de Monte Carlo para os autovalores	0,01	0,005

Tabela 3.4- Correlação das propriedades químicas e físicas do solo nas profundidades de 20-30 cm e 40-50 cm, com os dois primeiros eixos da ordenação da CCA, amostradas em área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no Município de Taguatinga- TO.

	Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
solo 20-30 cm	pH	0,327	-0,04
	Ca	0,446	-0,063
	Mg	-0,186	<b>0,533</b>
	CTC(T)	0,357	0,124
	V	0,237	0,258
	Zn	-0,386	0,108
	Fe	<b>-0,601</b>	0,022
	Silte	0,304	-0,166
	Areia	0,056	0,185
	solo 40-50 cm	pH	-0,164
K		0,236	-0,444
Ca		0,063	0,317
Mg		0,39	<b>0,858</b>
V		0,11	<b>0,931</b>
MO		-0,038	-0,313
Fe		-0,121	0,032

O diagrama (figura 3.1) separou dois grupos de parcelas. No primeiro estão às parcelas P01, P02, P05 e P08 e no segundo grupo estão às parcelas P04, P06, P07, P09 e P010. Todas essas parcelas parecem estar relacionadas com o alto teor de Fe e Zn. O que difere as parcelas do primeiro grupo das parcelas do segundo grupo é o maior teor de Mg. Já a parcela P03, que mostra correlação com as variáveis V, CTC, pH e Ca e tem como preferenciais as espécies *Cordia glabrata* (n = 2), *Handroanthus impetiginosus* (n = 2), *Anadenanthera colubrina* (n = 2), *Cedrela fissilis* (n = 2), *Combretum duarteanum* (n = 15) e *Casearia rupestris* (n = 12). As espécies *Erythroxylum suberosum* (n = 5) e *Terminalia brasiliensis* (n = 7) são indicadoras da parcela P01. Os resultados parecem mostrar que algumas espécies estão relacionadas a solos mais ricos em Ca, ao pH, a CTC, a V, a areia e a silte. Outras espécies estão relacionadas a solos com maior teor de Mg, Zn e Fe. Já para outras espécies, o resultado mostra que essas variáveis não explicam suas distribuições. (figura 3.2).

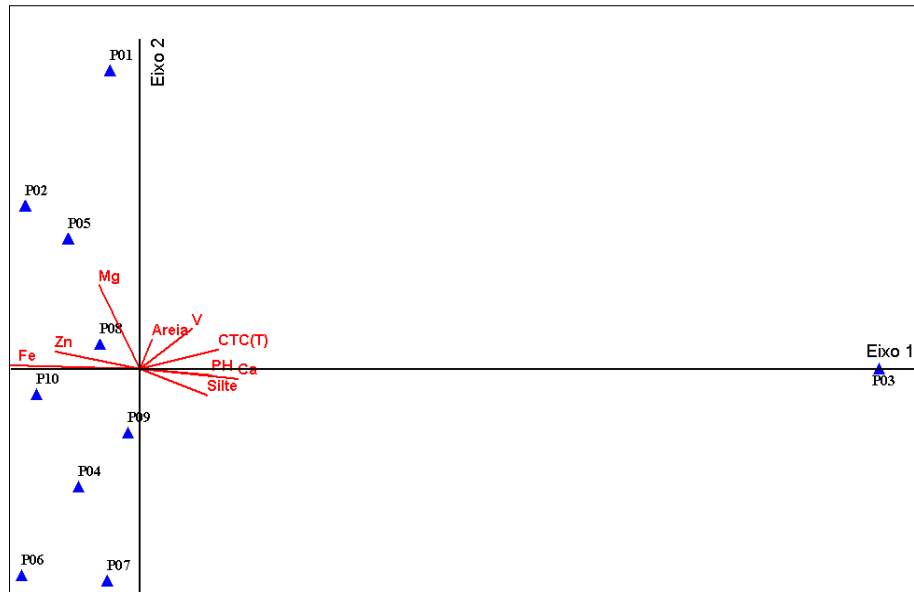


Figura 3.1- Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA) baseado na densidade das 71 espécies e nas 10 parcelas amostradas na área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no Município de Taguatinga- TO. O gráfico mostra a distribuição das parcelas e das 9 (nove) variáveis do solo amostradas na profundidade de 20-30 cm.

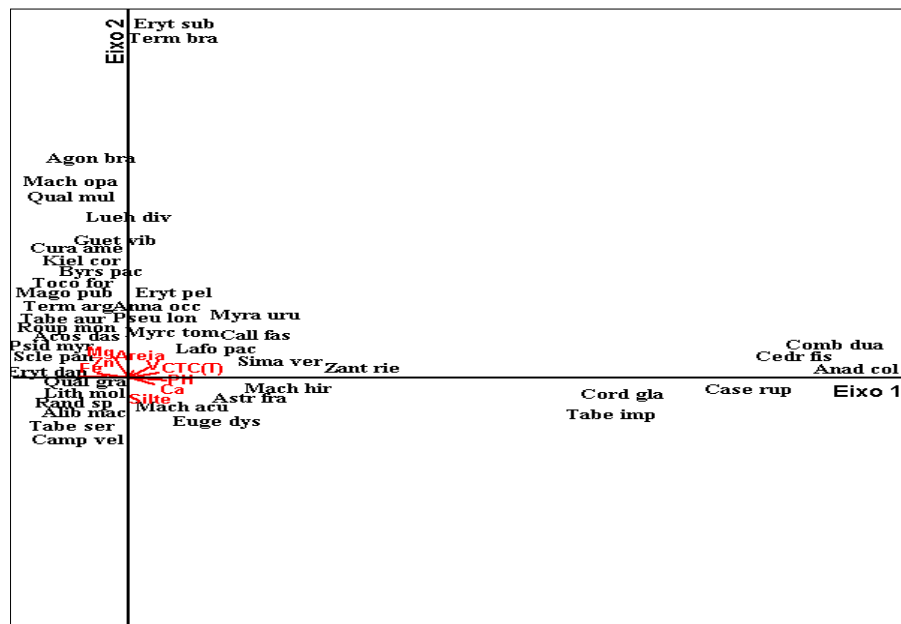


Figura 3.2- Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA) baseado na densidade das 71 espécies e nas 10 parcelas amostradas na área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no Município de Taguatinga- TO. O gráfico mostra a distribuição das espécies e das 9 (nove) do solo amostradas na profundidade de 20-30 cm. Os nomes das espécies estão abreviados pelas quatro letras iniciais do gênero e pelas três iniciais do epíteto específico (p.ex. Cor gla=*Cordia glabrata*)

O diagrama (figura 3.3) separou dois grupos de parcelas. No primeiro estão as parcelas P07 e P04 que podem estar relacionadas com o pH, V, Mg e Ca. No segundo grupo estão as parcelas P09, P10, P08 e P05 que parecem estar relacionadas com as variáveis MO e K. As parcelas P01 e P06 parecem não responder as variáveis do solo analisado. As espécies *Erythroxylum suberosum* e *Terminalia brasiliensis* (tabela 3.4) não responderam as variáveis do solo nesta profundidade, parecendo assim que as variáveis do solo na profundidade de 20-30 cm foram aquelas que influenciaram na distribuição espacial das espécies.

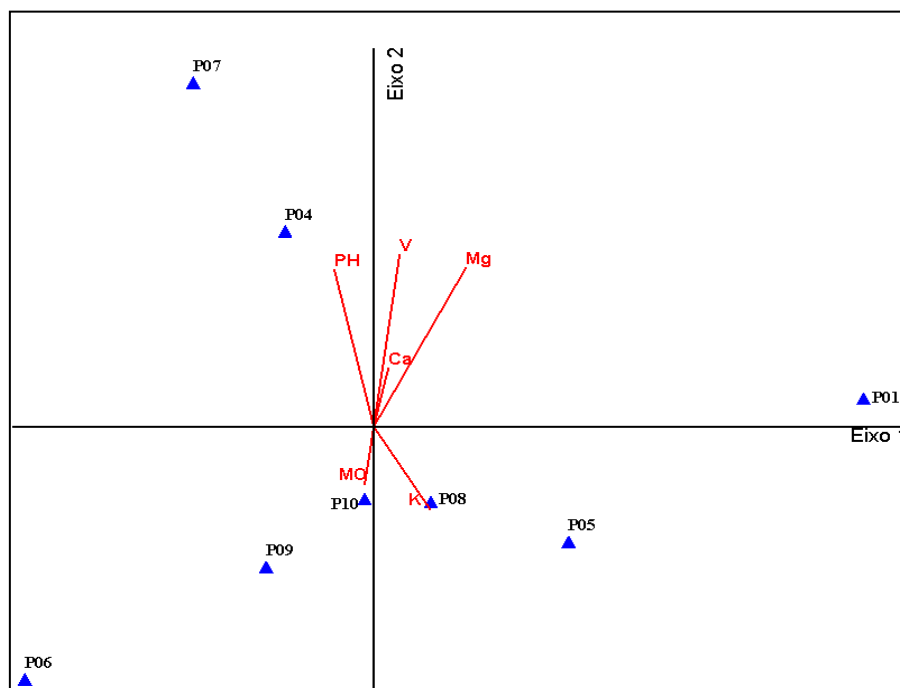


Figura 3.3- Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA) baseado na densidade das 71 espécies e nas 8 parcelas amostradas na área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no Município de Taguatinga- TO. O gráfico mostra a distribuição das parcelas e das 7 (nove) variáveis do solo amostradas na profundidade de 40-50 cm.

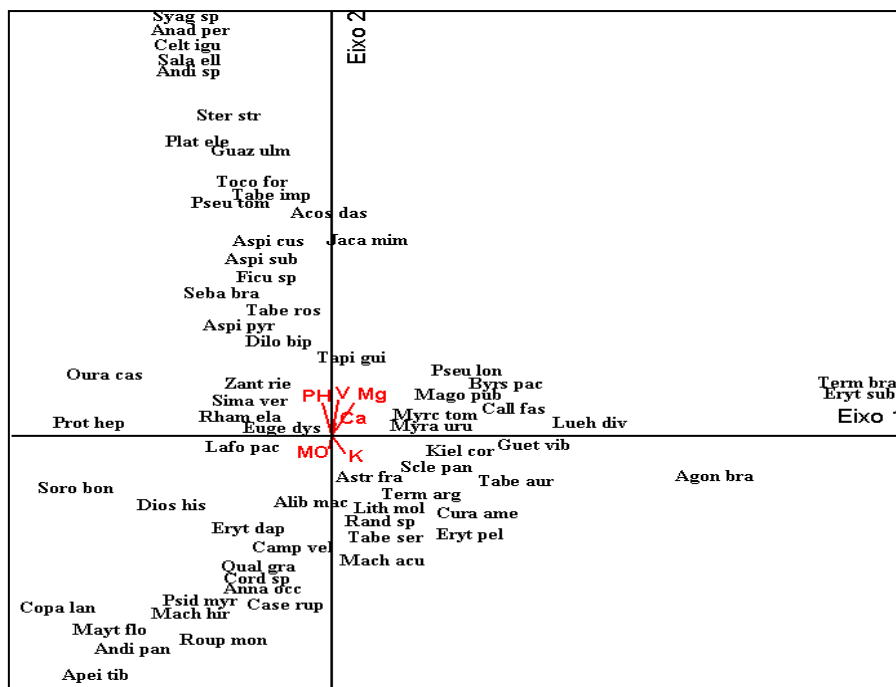


Figura 3.4- Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA) baseado na densidade das 71 espécies e nas 8 parcelas amostradas na área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional no Município de Taguatinga- TO. O gráfico mostra a distribuição das espécies e das 7 (nove) do solo amostradas na profundidade de 40-50 cm. Os nomes das espécies estão abreviados pelas quatro letras iniciais do gênero e pelas três iniciais do epíteto específico (p.ex. Agon bra= *Agonandra brasiliensis*).

### 3.4 – CONCLUSÃO

Esse capítulo mostrou que as espécies encontradas apareceram bem distribuídas em toda a área dificultando a percepção na mudança de uma fisionomia para outra. A transição entre as paisagens da área não se mostra brusca e sim gradual entre os ambientes.

Nesta área de alta diversidade de espécie e de paisagem homogênea foram estabelecidos alguns grupos de espécies que podem ser explicado em parte pelas propriedades químicas e físicas do solo. Mas outros fatores como topografia, drenagem, fatores antrópicos, etc, podem ter determinado a distribuição espacial das espécies no ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional.

#### **4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

O bioma Cerrado é formado por inúmeras áreas ecotonais, mas os estudos ainda são escassos e, por isso, devem ser incentivados. Entender a dinâmica e padrões desse sistema é obter ferramentas para garantir a conservação e propor mecanismos de uso sustentável e recuperação de áreas já degradadas.

Esse estudo apresentou características importantes da área de ecótono cerrado *sensu stricto*-floresta estacional e pretende colaborar para a ampliação do conhecimento nessas áreas.

Assim, é sugerido que essa área seja objeto de outros estudos e seja monitorada para que se possa acompanhar a dinâmica desse ecótono florestal e também que seja comparada com outras áreas semelhantes possibilitando outras análises.

## 5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. A. Z.; FELFILI, J. M.; VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. *Acta Botanica Brasilica.*, v. 16, n. 2, p. 225-240, 2002.

APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.*, 2003. Cap.399-436.

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

ARAÚJO, M.M.; TUCKER, J.M.; VASCONCELOS, S.S.; ZARIN, D.J.; OLIVEIRA, W.; SAMPAIO, P.D. RANGEL-VASCONCELOS, L.G.; OLIVEIRA, F.A.; COELHO, R.F.R.; ARAGÃO, D.V.; MIRANDA, I. Padrão e Processo Sucessionais em Florestas Secundárias de Diferentes Idades na Amazônia Oriental. *Ciência Florestal*, v. 15, n. 4, p. 343-357 343, 2005.

ARAUJO, R.A.; COSTA, R. B.; FELFILI, J.M.; Ivani KUNTZ, I.; SOUSA, R.A.M.; DORVAL.A. Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. *Cerne*, v. 39, n. 4, p. 865-878, 2009.

ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J. M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, n. 4, p. 903-909, 2004.

BALDUINO, A. P. C.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; SILVA JUNIOR, M. C. Fitossociologia e Análise Comparativa da Composição Florística do Cerrado da Flora de Paraopeba- MG. *Revista Árvore*, v. 29, n. 1, p. 25-34, 2005.

BEERLING, D. J.; OSBORNE, C. P. The origin of the savanna biome. *Global Change Biology*, v. 12, p. 2023–2031, 2006.

BORGES, H. B. N.; SHEPHERD, G. J. Flora e estrutura do estrato lenhoso numa comunidade de Cerrado em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 28, n. 1, p. 61-74, 2005.

BUSTAMANTE, M. M. C.; OLIVEIRA, E.L. Impactos nas atividades agrícolas, florestais e pecuárias nos recursos naturais. In: FALEIRO, F. G.; NETO, A. L. F. (Ed.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. Cap.18. p. 1198.

CAUSTON, D. R. *An Introduction to Vegetation Analysis*. Londres: Unwin Hyman, 1988.

CFSEMG. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5<sup>a</sup>. aproximação*. Viçosa: CFSEMG, 1999.



COUTINHO, L. M. O Conceito de Bioma. *Acta Botanica Brasilica*, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006.

DIAS, B. F. S. Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; NETO, A. L. F. (Ed.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. Cap.10. p. 1198.

DIETZSCH, L. *Aspectos florísticos, características estruturais e análise de gradientes de uma mata de galeria com entorno urbano situada no Parque Canjerana, DF*. (2006). 93 f. Dissertação (Mestre) - Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

DURINGAN, G. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: CULLEN JR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Ed.). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: Editora UFPR, 2003.

EMBRAPA. *Sistema brasileiro de Classificação do Solo*. 2ª. ed., 2005.

\_\_\_\_\_. *Cerrado: Ecologia e Flora*. Brasília, 2008.

FELFILI, J. M. 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, 1995b.

FELFILI, J. M. Determinação de padrões de distribuição de espécies em uma mata de galeria no Brasil Central com a utilização de técnicas de análise multivariada. *Bot. Herb. Ezechias Paulo Heringer*, v. 2, p. 35-48, 1998.

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

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. S. *Análise Multivariada em Estudos de Vegetação*. 1. ed. Brasília: UNB, 2007. (Comunicação Técnicas Florestais).

FELFILI, J. M.; FELFILI, M. C. Diversidade Alfa e Beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 15, n. 2, p. 243-254, 2001.

FELFILI, J. M.; NASCIMENTO, A. R. T.; FAGG, C. W.; MEIRELLES, E. M. Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous forest on limestone outcrops in Central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30, n. 4, p. 611-621, 2007.

FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. B. Composição Florística e Fitossociologia do Cerrado Sentido Restrito no Município de Água Boa-MT. *Acta Botanica Brasilica*, p. 103-112, 2002.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. *Conceitos e métodos em fitossociologia. Comunicações técnicas florestais*. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal -Universidade de Brasília, 2003.

FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JUNIOR, M. C.; SILVA, M. A. Changes in the floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 16, p. 579-590, 2000.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C. A Comparative Study of Cerrado (*Sensu stricto*) Vegetation in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 9, n. 3, p. 277-289, 1993.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C. *Biogeografia do Bioma Cerrado - Estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2001.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; FAGG, C. W.; WALTER, B. M.; NOGUEIRA, P. E. Diversity, Floristic and Structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. *Plant Ecology* p. 37-76, 2004.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; WALTER, B. M. T.; REZENDE, A. V.; SILVA, P. E. N.; FELFILI, M. C. *Projeto biogeografia do bioma Cerrado: vegetação & solos*. Editora Universidade de Brasília, 1994. (Cadernos de Geociências).

FELIZOLA, E. R.; LAGO, F. P.; GALVÃO, W. S. Avaliação da dinâmica da paisagem no Distrito Federal. Projeto da Reserva da Biosfera do Cerrado - Fase I. In: Anais X SBSR, Foz do Iguaçu. 2001. p.1593-1600.

FIEDLER, N. C.; AZEVEDO, I. N.; REZENDE, A. V.; MEDEIROS, M. B.; VENTUROILI, F. Efeito de Incêndios Florestais na Estrutura Florística de uma Área de Cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa- DF. *Árvore* v. 28, p. 129-138, 2004.

FIGUEIREDO, N. *Estudo fitossociológico em uma floresta mesófila semidecídua secundária na Estação Experimental de Angatuba, município de Angatuba, SP* (1993). 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) (Mestre), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

FONSECA, M. S.; SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de Cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, n. 1, p. 19-29, 2004.

FORZZA, R. C.; LEITMAN, P. M.; COSTA, A. F.; CARVALHO JR., A. A.; PEIXOTO, A. L.; WALTER, B. M. T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D. P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H. C.; PRADO, J.; STEHMANN, J. R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; PIRANI, J. R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L. C.; LOHMANN, L. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVEIRA, M.; COELHO, M. N.; MAMEDE, M. C.; BASTOS, M. N. C.; MORIM, M. P.; BARBOSA, M. R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T. B.; SOUZA, V. C. *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

FRANCO, A. C.; HARIDASAN, M. Cerrado In: CLARO, K. D. (Ed.). *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO: EOLSS, 2008.

HACK, C.; LONGHI, S. J.; BOLIGON, A. A.; MURARI, A. B.; PAULESKI, D. T. Análise fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual no município de Jaguari, RS. *Ciência Rural*, v. 35, n. 5, p. 1083-1091, 2005.

HAIR JR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. *Análise multivariada de dados*. 6. ed.: Bookman, 2009.

HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. In: NOVAES-PINTO, M. (Ed.). *Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas - O caso do Distrito Federal*. Brasília: Editora Universidade de Brasília/SEMATEC, 1994. p. 321-344.

\_\_\_\_\_. Competição por Nutrientes em Espécies Arbóreas do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Ed.). *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Cap.9.

HILL, M. O. TWINSPAN: a FORTRAN program for arranging multivariate data in a ordered two-way table by classification, and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. *Journal of Ecology*, v. 63, p. 597-603, 1979.

HOFFMANN, W. A. Direct and Indirect Effects of Fire On Radial Growth of Cerrado Savanna Trees. *Journal of Tropical Ecology*, n. 18, p. 137-142, 2002.

HOFFMANN, W. A.; JACKSON, R. B. Vegetation–Climate Feedbacks in the Conversion of Tropical Savanna to Grassland. *Journal of Climate*, v. 13, 2000.

HOFFMANN, W. A.; ORTHEN, B.; KIELSE, P. P.; DO NASCIMENTO, V. Comparative fire ecology of tropical savanna and forest trees. *Functional Ecology*, v. 17, p. 720-726, 2003.

HOPKINS, B. Ecological processes at the Forest-savanna boundary. In: FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Ed.). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. London: Chapman & Hall, 1992. p. 21-30.

IBAMA. 10/08/2010. <http://siscom.ibama.gov.br/shapes/>.

IBGE. IBGE- Cidades. 01/02/2011. <http://mapas.ibge.gov.br>.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R. 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, 2000.

KENT, M.; COKER, P. *Vegetation description analysis*. London: Belhaven, 1992.

KILCA, R.V.; SCHIAVIANI, I.; ARAUJO, V.M.; FELFILI, J.M. Diferenças edáficas e estruturais entre duas florestas estacionais no bioma Cerrado. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 4, n. 3, p. 150-163, 2009.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. *Conservation of the Brazilian Cerrado. Conservation Biology*, p. 707-713, 2005.

KOVACH, W. L. MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows. In: SERVICES, K. C. (Ed.). Pentraeth, 2007.

LIMA, T. A.; PINTO, J. R. R.; LENZA, E.; PINTO, A. S. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 2, 2010.

LONGMAN, K. A.; JENÍK, J. Forest-savanna boundaries: general considerations. In: FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Ed.). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. London: Chapman & Hall, 1992. p. 3-18.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. *Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro*. Brasília, DF, 2004. Trabalho não publicado.

MAGURRAN, A. E. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Cambridge, 1988.

MARIMON JUNIOR, B. H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 19, p. 913-926, 2005.

MCCUNE, B.; GRACE, J. B.; URBAN, D. L. *Analysis of Ecological Communities*, 2002.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. *PC-ORD for Windows: multivariate analysis of ecological data*. In: SOFTWARE, M. (Ed.). Geleneden Beach, 1999.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUREIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora Vascular do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. (Ed.). *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. Cap.15. p. 1279.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado*. Brasília: MMA, 2011. 200 p.

MIRANDA, H. S.; SATO, C. H.; DIAS, B. F. *Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga*. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 1996.

MIRANDA, H. S.; SATO, C. H. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Ed.). *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Cap.4.

MITTERMEIER, R. A.; ROBLES, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. B. *Hotspots Revisited: Earth's*

*Biologically Richest and Most Endangered Ecoregions*. Conservação Internacional /Agrupación Sierra Madre, 2005.

MOURA, I. O.; GOMES-KLEIN, V., L.; FELFILI, J. M.; FERREIRA, H. D. Diversidade e estrutura comunitária de cerrado *sensu stricto* em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pireneus, Goiás. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 33, n. 3, p. 455-467, 2010.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. D.; KENT, J. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. London: Nature, 2000.

NAPPO, M. E.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Suficiência amostral e análise do tamanho de parcelas para estudo da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth, em área minerada, em Poços de Caldas, MG. *Revista Árvore*, v. 23, n. 4, p. 443-453, 1999.

NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. Canopy openness and lai estimates in two seasonally deciduous forests on limestone outcrops in Central Brazil using hemispherical photographs. *Revista Árvore*, v. 31, n. 1, p. 167-176, 2007.

NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. L. 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, 2004.

NASCIMENTO, N.A.; CARVALHO, J.O.P.; LEÃO, N.V.M. Distribuição espacial de espécies arbóreas relacionada ao manejo de florestas naturais. *Revista ciência agrária*, n. 37, p. 175-194, 2002.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. *Cerne*, v. 1, n. 1, p. 64-72, 1994.

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

PÉLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. *Inventário Florestal*. Curitiba, 1997.

PEREIRA, B.A.S. *Relações da vegetação-variáveis ambientais em florestas estacionais decíduas em afloramentos calcários e em zonas de transição com a Caatinga e com a Amazônia*. (2008). 152f. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

PEREIRA-SILVA, E. F. L.; SANTOS, J. E.; KAGEYAMA, P.Y.; HARDT, E. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerradão em uma Unidade de Conservação do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, n. 3, p. 533-544, 2004.

PINTO, J. R. R.; HAY, J. D. V. Mudanças florísticas e estruturais na comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 28, n. 3, p. 533-539, 2005.

PINTO, J. R. R.; LENZA, E.; PINTO, A. S. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um cerrado rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás *Revista Brasil de Botânica*, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2009.

RATTER, J. A. Transitions between cerrado and forest vegetation in Brazil. In: FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Ed.). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. London: Chapman & Hall, 1992. p. 417-427.

RATTER, J. A.; ASKEW, G. P.; MONTOGEMERY, R. F. Observações adicionais sobre o Cerradão em solos mesotróficos no Brasil Central. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, São Paulo. EDUSP, 1977. p. 303-316.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Biodiversity Patterns of the Woody Vegetation of the Brazilian Cerrado. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Ed.). *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: diversity, biogeography, and conservation*. London: Taylor & Francis Group, 2006. p. 31-66.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T.; MARTINS, E. S. Solos do bioma Cerrado - aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. S. (Ed.). *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. Cap.5.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. S. (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

\_\_\_\_\_. Principais Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. Cap.6. p. 89-168.

RODRIGUES, A. P. *Diversidade e Estrutura de Vegetação Arbórea de Cerrado sensu stricto em um fragmento Urbano na APA Gama Cabeça de Veado- Distrito Federal, DF*. (2005). 106 f. Dissertação (Mestre) - Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

SCARIOT, A.; SEVILHA, A. Biodiversidade, Estrutura e Conservação das Florestas Estacionais Deciduais no Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Ed.). *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

SCHILLING, A., C.; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. *Revista brasileira de Botânica*, v. 31, n. 1, 2008.

SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, A. D. *Inventário Florestal de Minas Gerais*. Lavras: UFLA, 2008.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). *Uma Indicação de Potencial de Uso das Terras do Tocantins*. Palmas, Seplan/DZE, 2000. 14p.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE. Diretoria de zoneamento ecológico-econômico. *Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial*. 3.ed. Palmas: Seplan, 2003. 49p.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, A. E. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. S. (Ed.). *Cerrado ecologia e flora*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. Cap.3.

SILVA, L. A.; SCARIOT, A. 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 Botanica Brasilica*, v. 17, n. 2, p. 305-313, 2003.

\_\_\_\_\_. Comunidade arbórea de uma floresta estacional decídua sobre afloramento calcário na Bacia do Rio Paranã. *Revista Árvore*, v. 28, p. 61-67, 2004.

SILVA, L. O.; COSTA, D. A.; FILHO, K. E. S.; FERREIRA, H. D.; BRANDÃO, D. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de Cerrado *sensu stricto* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Acta Botanica Brasilica*, v. 16, n. 1, p. 43-53, 2002.

SOUZA, P. B.; SAPORETTI JUNIOR, A. W.; SOARES, M. P.; VIANA, R. H. O.; CAMARGOS, V. L.; NETO, J. A. A. M. Florística de uma área de cerradão na Floresta Nacional de Paraopeba-Minas Gerais. *Cerne*, v. 16, n. 1, p. 86-93, 2010.

SPIEGEL, M. P. *Estatística*. São Paulo, 1976.

TER BRAAK, C. J. F. *CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis*. Wageningen, 1988.

\_\_\_\_\_. *CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis*. Wageningen 2002.

VALENTIN, J. L. *Ecologia numérica – uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

WALTER, B. M. T. *Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas*. 373 f. Tese (Doutor) - Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

WALTER, B. M. T.; CARVALHO, A. M.; RIBEIRO, J. F. O conceito de savana e seu componente Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. S. (Ed.). *Cerrado: ecologia e flora*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. Cap.1. p. 19-45.

