



**VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM ÁREAS DE
CERRADO TÍPICO E CERRADO RUPESTRE NO ESTADO
DE TOCANTINS**

HELENA LARA LEMOS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**

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

**VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM ÁREAS DE
CERRADO TÍPICO E CERRADO RUPESTRE NO ESTADO
DE TOCANTINS**

HELENA LARA LEMOS

ORIENTADOR: JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PINTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**PUBLICAÇÃO: 205/2013
BRASÍLIA/ DF MARÇO DE 2013**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM ÁREAS DE
CERRADO TÍPICO E CERRADO RUPESTRE NO ESTADO DE
TOCANTINS

HELENA LARA LEMOS

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

APROVADO POR:

Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PINTO

Professor do Departamento de Engenharia Florestal/ Faculdade de Tecnologia – UnB
(ORIENTADOR)

Prof. Dr^a. CAROLYN ELIONORE PROENÇA

Professora do Departamento de Botânica/ Instituto de Biologia – UnB
(EXAMINADORA INTERNA)

Prof. Dr. EDDIE LENZA

Professor da Universidade Estadual do Mato Grosso/ Campus Nova Xavantina -
UNEMAT
(EXAMINADOR EXTERNO)

Prof. Dr. MANUEL CLÁUDIO SILVA JÚNIOR

Professor da Faculdade de Tecnologia/ Departamento de Engenharia Florestal - UnB
(SUPLENTE)

Brasília/DF, 28 de março de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília.
Acervo 1007272.

Lemos, Helena Lara.
L557v Vegetação arbustivo-arbórea em áreas de cerrado típico e cerrado rupestre no estado de Tocantins / Helena Lara Lemos. -- 2013.
xii, 82 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2013.

Inclui bibliografia.
Orientação: José Roberto Rodrigues Pinto.

1. Cerrados. 2. Diversidade biológica. I. Pinto, José Roberto Rodrigues. II. Título.

CDU 502.3(81:251)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LEMOS, H. L. (2013). Vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins. Dissertação de Mestrado. Publicação PPGEFL. DM - 205/ 2013, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, 82 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Helena Lara Lemos

TÍTULO: Vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins.

GRAU: MESTRE ANO: 2013

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

Helena Lara Lemos

lena_bio@yahoo.com.br

Dedico esta dissertação à minha mãe ...
... mulher forte que sempre enfrentou as situações à sua frente ...
... que me ensinou a amar e respeitar a todos ...
... não há nada que faça ou fale que expresse a minha gratidão...
... eu te amo mãe!!!

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela graça de cada amanhecer e cada anoitecer. Por seu amor sempre presente em minha vida. Por me capacitar nesta jornada. Por me sustentar nos momentos de dificuldade.

À minha mãe-pai Carmen Lúcia Lara por mais uma vez abdicar de sua vida para investir na minha. Por, como filha e mãe, entender a necessidade que o filho tem de alçar novos voos, mas também por saber que o filho sabe que sempre tem o ninho para onde voltar. Nenhuma atitude ou palavra poderiam expressar minha gratidão a você mãe. Você montou tudo pra mim, fez uma extensão da nossa casa em Palmas aqui em Brasília, para que eu não sentisse tanta falta.

À minha família pelo apoio dado nessa nova fase. Em especial a minha avó Maria Helena que mesmo sentindo minha ausência me incentivou a continuar nessa “profissão de doido” como ela mesma diz. À minha tia Rosangela por junto com a minha mãe ter encarado o desafio e a dor de levar a sobrinha para mais de 900 quilômetros de distância.

Aos meus primos postigos Lucio e Aline por me receberem em sua casa durante as inúmeras tentativas no processo de seleção para o Mestrado, e pelo acolhimento na busca de um lar. Aos meus primos e companheiros de apartamento por breve tempo, Leandro e Rafaela, sem companhia de vocês teria sido muito mais difícil.

Ao meu “chefinho” Ricardo Haidar que tanto me incentivou na carreira estudantil. À sua esposa Mariana e sua filha Tainá por me emprestarem um pouco do tempo dele durante o levantamento dos dados que serviram de base para essa dissertação.

Aos meus parceiros de campo Zé, Eddie, Henrique, Thiago, Ana, Isadora, Enderson, Hugo e Hércules. Em especial ao meu querido amigo Enderson, parceiro nas lutas e conquistas desde a faculdade.

Ao meu orientador por não me deixar perder o foco durante essa caminhada, são poucos que tem o privilégio de ter um orientador de verdade e ainda realizar todos os campos com ele. Obrigada pela paciência e dedicação.

Ao meu colega Henrique Mews por abdicar de seu tempo durante a elaboração da sua tese para me ensinar e explicar todas as análises. Um professor nato.

Ao Pedro Eisenlohr pelo tempo e dedicação dispensados em responder os diversos e-mails cheios de dúvida sobre as análises. Obrigada pela imensa ajuda, pelas respostas claras e rápidas.

Ao Fabrício pela ajuda na reta final da obtenção dos dados. Aos meus colegas de mestrado Alexandre, Fabrício, Fabrícia, Kamilla, Pamela e Nádia. Apesar dos atritos sobrevivemos e nossa amizade permaneceu. Aos meus irmãos de fé Glenda e Zanata por me receberem tão bem e me auxiliarem nesta caminhada.

À família Nosso Lar: Rodrigo, Dannyel Sá, Aninha, Daniel Chaves, Nati, Aelton, Gustavo Mariano, Raissa, Mauricio e Daniel Vieira. Como diz um deles “os amigos são a família que agente escolhe”. Obrigada pelos almoços nos fim de semana e pedaladas aos domingos.

Ao meu amigo e namorado Gustavo Paiva. Obrigada pela ajuda na confecção das plaquinhas, muitos dedos martelados e cortados para que este estudo pudesse ter continuidade além da dissertação. Por me emprestar seu ouvido e atenção por um longo ano, ouvindo pelo menos três vezes por semana a explicação do “porque, como e onde chegaria” com meu trabalho, isso foi essencial para que eu conseguisse ter claro e firme em minha mente meus objetivos e conclusões. Amo-te.

À CAPES pelo apoio financeiro através da bolsa de Mestrado.

RESUMO

VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM ÁREAS DE CERRADO TÍPICO E CERRADO RUPESTRE NO ESTADO DE TOCANTINS

Autor: Helena Lara Lemos

Orientador: José Roberto Rodrigues Pinto

Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais

Brasília, março de 2013

A heterogeneidade da vegetação do Cerrado é apontada como resultado das mudanças ambientais e espaciais. Nesse sentido nosso objetivo foi descrever e comparar a composição florístico-estrutural, riqueza e diversidade da vegetação arbustivo-arbórea avaliando o efeito do espaço e do ambiente na similaridade de pares adjacentes de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins. Para amostragem da vegetação alocamos dez parcelas de 20 x 50 m e inventariamos os indivíduos arbustivo-arbóreos vivos com diâmetro a 30 cm do solo ≥ 5 cm. As variáveis ambientais foram: altitude, rochosoidade, precipitação média anual e propriedades edáficas (teores de areia, pH, soma de bases, capacidade de troca catiônica e matéria orgânica). Analisamos a vegetação através de curvas de rarefação, perfil de diversidade, parâmetros fitossociológicos, distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro e altura, TWINSpan, NMDS e sua relação com o ambiente pela CCA, incluindo filtros espaciais (MEMs) para controlar possível efeito da estrutura espacial dos dados. Realizamos a partição da variância para quantificar quanto o espaço e o ambiente explicam a variação vegetacional. Das 144 espécies inventariadas 19 foram comuns aos quatro sítios e 71 ocorreram em apenas um. Fabaceae foi a família mais representativa seguida por Vochysiaceae e Myrtaceae. Os sítios rupestres apresentaram menores densidades que os típicos, tendência não evidenciada para a área basal. Os quatro sítios tiveram forte separação devido às condições ambientais (altitude e rochosoidade) e recursos ambientais (fertilidade do solo), de modo que, tanto áreas adjacentes de diferentes fitofisionomias e áreas de mesma fitofisionomia distantes entre si são menos similares que as áreas sob mesma condição ambiental. As condições e recursos ambientais aliados ao espaço, em escala local, exerceram forte influência sobre a vegetação e explicaram mais de 50% da variação da vegetação. Assim, a heterogeneidade da vegetação nos sítios de Cerrado Rupestre e Cerrado Típico no Estado do Tocantins parece estar relacionada com a heterogeneidade ambiental local, em ação conjunta com a espacial.

Palavras-chave: relação vegetação-ambiente-espaço, bioma Cerrado, biodiversidade, afloramento rochoso, partição da variância.

ABSTRACT

THE TREE-SHRUB VEGETATION IN AREAS “CERRADO TÍPICO” AND “CERRADO RUPESTRE” IN TOCANTINS STATE

Autor: Helena Lara Lemos

Orientador: José Roberto Rodrigues Pinto

Program Ungraduate in em Ciências Florestais

Brasília, march 2013

The vegetation heterogeneity the Cerrado it is indicating to what result of the environment and spatial heterogeneity. Therefore, we purpose describe and compare the floristic-structural composition, richness and diversity of the tree-shrub vegetation to evaluate the effect of space and environment in the similarity of the adjacent pair of “Cerrado Típico” and “Cerrado Rupestre” in Tocantins State. For vegetation sampling, we established ten plots 20 x 50m and inventoried all of the tree-shrub individuals with diameters at 30 cm above soil ≥ 5 cm. The environmental variables were: altitude, rocky, annual mean precipitation and soil properties (sand content, pH, sum of bases, cation exchange capacity and organic matter). We analyze the vegetation through of the rarefaction curve, diversity profile, phytosociological standard, distribution of the individual in a class of the diameter and height, TWINSpan, NMDS and your relation with the environment by CCA including spatial filters (MEMs) to controlled one potential spatial effect. We carry a variation partitioning to amount how much the space and environment to explain of vegetacional variation. From the 144 species was found 19 were common at the sites four and 71 place in only one. Fabaceae was a family more representative followed from Vochysiaceae and Myrtaceae. The outcrops sites presented densities minors than typical, trend don't evidence for the basal area. The sites four was separated strong due to the environmental conditions (altitude and rocky) and resource (fertile), in order that, as much near distinct phytophysionomy areas and the same distant phytophysionomie areas being similarity minor than the environmental condition under areas. The environmental conditions and resources to join to the space, in fine scale, to carry influence strong upon vegetation, explanation more the 50% of vegetation variation. The vegetation heterogeneity in sites of the “Cerrado Rupestre” and “Cerrado Típico” in Tocantins State appearance being related with the environmental heterogeneity local in action joined with spatial heterogeneity.

Key-words: relationships vegetation-environment-space, *Cerrado* biome, biodiversity, rocky outcrop, variance partitioning.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
1.1 Apresentação	14
1.2 Revisão de Literatura.....	15
1.2.1 O bioma Cerrado.....	15
1.2.2 O Cerrado <i>stricto sensu</i>	18
1.2.3 Estudos no bioma Cerrado.....	19
1.2.4 Conservação do Cerrado	20
1.2.5 O Estado de Tocantins	21
1.3 Objetivo Geral	22
2. FLORÍSTICA, RIQUEZA, DIVERSIDADE E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM ÁREAS DE CERRADO TÍPICO E CERRADO RUPESTRE NO ESTADO DE TOCANTINS.....	24
2.1 INTRODUÇÃO.....	24
2.2 METODOLOGIA.....	26
2.2.1 Áreas de estudo	26
2.2.2 Amostragem.....	28
2.2.3 Coleta de dados	28
2.2.4 Análise dos dados	29
2.3 RESULTADOS	32
2.3.1 Riqueza e composição florística	32
2.3.2 Diversidade	42
2.3.3 Estrutura.....	42
2.3.4 Similaridade florística.....	46
2.4 DISCUSSÃO	49
2.4.1 Riqueza e composição florística	49
2.4.2 Diversidade	50
2.4.3 Estrutura.....	51

2.4.4	Similaridade florística.....	53
2.5	CONCLUSÕES.....	54
3.	VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA DE CERRADO TÍPICO E CERRADO RUPESTRE NO ESTADO DE TOCANTINS E SUAS RELAÇÕES COM OS COMPONENTES ESPACIAIS E AMBIENTAIS	55
3.1	INTRODUÇÃO.....	55
3.2	METODOLOGIA.....	57
3.2.1	Área de Estudo.....	57
3.2.2	Amostragem.....	57
3.2.3	Coleta dos Dados	57
3.2.4	Análise dos Dados	58
3.3	RESULTADOS	61
3.4	DISCUSSÃO.....	65
3.5	CONCLUSÕES	68
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Características da vegetação arbustivo-arbórea ($Db_{30} \geq 5\text{cm}$) amostrada em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins (10 parcelas de 20 x 50 m em cada área): S = número de espécies, G = número de gêneros e F = número de famílias, D = número de indivíduos por hectare, G ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) = área basal ($G \text{ m}^2$). RP = Cerrado Rupestre Palmas, RN = Cerrado Rupestre Natividade, CP = Cerrado Típico Palmas e CN = Cerrado Típico Natividade.	32
Tabela 2.2 -Espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30} \geq 5 \text{ cm}$) amostradas em áreas de Cerrado Típico (CP = Cerrado Típico Palmas e CN = Cerrado Típico Natividade) e Cerrado Rupestre (RP = Cerrado Rupestre Palmas e RN = Cerrado Rupestre Natividade) no Estado de Tocantins, com seus respectivos parâmetros fitossociológicos. DA = Densidade Absoluta ($\text{ind}.\text{ha}^{-1}$), F = Frequência Absoluta (número de parcelas: 20 x 50 m), DoA = Dominância Absoluta em área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) e IVI = Índice de Valor de Importância (%).	35
Tabela 2.3 - Comparações das distribuições dos indivíduos em classes de diâmetro e de altura entre os sítios de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre, no Estado de Tocantins. Diagonal superior = teste de qui-quadrado, Diagonal inferior = p-bilateral. CP = Cerrado Típico Palmas, RP = Cerrado Rupestre Palmas, CN = Cerrado Típico Natividade, RN = Cerrado Rupestre Natividade.	45
Tabela 2.4 – Análise de espécies indicadoras (ISA) realizada com base na lista de espécies registradas nos sítios de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre, no Estado de Tocantins e no valor de abundância das espécies em cada sítio. VIO = valor indicador observado; VIE = valor indicador esperado; s = desvio padrão; p = significância; CP = Cerrado Típico de Palmas; RP = Cerrado Rupestre de Palmas; CN = Cerrado Típico de Natividade; RN = Cerrado Rupestre de Natividade.	47
Tabela3.1: Correlação das 29 variáveis ambientais com os dois primeiros eixos da PCA. R = Coeficiente de correlação de Pearson; R^2 = Coeficiente de correlação de Pearson ajustado e tau = Coeficiente de correlação de Kendall. Em negrito as 13 variáveis selecionadas para as análises seguintes.	60
Tabela 3.2: Resultados numéricos da análise de ordenação NMDS. p = proporção de simulações com <i>stress</i> menor ou igual ao <i>stress</i> dos dados reais; R^2 = coeficiente de determinação das correlações entre as distâncias florísticas da ordenação e as distâncias no espaço n-dimensional original.	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Localização das áreas de estudo no Estado de Tocantins, Brasil.	26
Figura 2.2 - Vista panorâmica da estrutura da vegetação nos sítios de Cerrado Típico (a) e Cerrado Rupestre (b) em Palmas, Tocantins	27
Figura 2.3 - Vista panorâmica da estrutura da vegetação nos sítios de Cerrado Típico (a) e Cerrado Rupestre (b) em Natividade, Tocantins.	28
Figura 2.4 - Curva de rarefação (Jackknife 1) para as espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30} \geq 5$ cm) amostradas em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins. Cerrado Típico Palmas (▲), Cerrado Típico Natividade (■), Cerrado Rupestre Palmas (●) e Cerrado Rupestre Natividade (◆)	32
Figura 2.5 - Perfis de diversidade segundo a série de Rényi, com base na vegetação arbustivo-arbórea ($Db_{30} \geq 5$ cm) amostrada em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins.....	42
Figura 2.6 - Proporção dos parâmetros fitossociológicos para as dez espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30} \geq 5$ cm) mais importantes segundo o Índice de Valor de Importância (IVI), em áreas de Cerrado Típico (CP = Cerrado Típico Palmas e CN = Cerrado Típico Natividade) e de Cerrado Rupestre (RP = Cerrado Rupestre Palmas e RN Cerrado Rupestre Natividade) no Estado do Tocantins. DR = Densidade Relativa, FR = Frequência Relativa e DoR = Dominância Relativa.....	43
Figura 2.7 - Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos ($Db_{30} \geq 5$ cm) em classe de diâmetro amostrados em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre, no Estado de Tocantins.	44
Figura 2.8 - Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos ($Db_{30} \geq 5$ cm) em classe de altura amostrados em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre, no Estado de Tocantins.	45
Figura 2.9 - Classificação pelo TWINSpan das 40 parcelas (20 x 50m) amostradas em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins. Cerrado Típico Palmas (▲), Cerrado Rupestre Palmas (Δ), Cerrado Típico Natividade (■) e Cerrado Rupestre Natividade (□). As espécies listadas foram consideradas com indicadoras de cada grupo.....	46
Figura 3.1: Diagrama de ordenação NMDS a partir da matriz florístico-estrutural para os sítios de Cerrado Rupestre (Δ = Cerrado Rupestre Palmas e ▲ = Cerrado Rupestre Natividade) e Cerrado Típico (▽ = Cerrado Típico Palmas e ▼ = Cerrado Típico Natividade) no Estado de Tocantins.....	62
Figura 3.2: Análise de correspondência canônica (CCA): diagrama de ordenação das parcelas (A) e das espécies (B), baseada na abundância de 66 espécies arbustivo-arbóreas em pares de Cerrado Rupestre (Δ = Cerrado Rupestre Palmas e ▲ = Cerrado Rupestre Natividade) e Cerrado Típico (▽ = Cerrado Típico Palmas e ▼ = Cerrado Típico	

Natividade) no Estado de Tocantins. As espécies estão representadas pelo seu nome abreviado (correspondência com os nomes completos na Tabela 2.2)..... 64

Figura 3.3: Partição da variância entre os componentes ambiente (a), ambiente + espaço (b), espaço (c) e resíduo (d) na separação dos grupos florísticos identificados nos sítios de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre amostrados em Natividades e em Palmas, no Estado do Tocantins. 65

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Apresentação

O bioma Cerrado é considerado a savana tropical mais rica do mundo (KLINK & MACHADO, 2005; MENDONÇA et al., 2008), ocupava originalmente cerca de 1/4 do território brasileiro (RATTER & DARGIE, 1992) e abriga aproximadamente 33% da biodiversidade brasileira (AGUIAR et al., 2004). No entanto, restam menos de 50% de remanescentes de vegetação nativa (Sano et al. 2009). Assim, devido ao elevado grau de ameaça que o bioma está sujeito, associado a sua alta diversidade e grau de endemismo o Cerrado foi classificado como *hotspot*, se tornando uma das 34 áreas mundiais para conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2005).

A elevada biodiversidade registrada no Cerrado se deve, pelo menos em parte, ao mosaico de formações vegetais que compõe o bioma (RATTER et al., 2000; RIBEIRO & WALTER, 2008). São reconhecidos três tipos de formações vegetais: as formações florestais (Mata de Galeria, Mata Ciliar, Floresta Estacional, Cerradão), formações savânicas (Vereda, Palmeiral, Parque Cerrado, Cerrado *stricto sensu*) e formações campestres (Campo Limpo, Campo Sujo, Campo Rupestre), totalizando 11 grupos fisionômicos (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Sano et al. (2009) relataram que cerca de 61% das áreas naturais do Cerrado é ocupada por vegetação savânica, caracterizada pelo estrato arbustivo-arbóreo entremeado por estrato subarbustivo-gramíneo bem desenvolvido, ocorrendo principalmente sobre Latossolos (REATTO et al., 2008). Dentre as formações savânicas, o cerrado *stricto sensu* se destaca por representar cerca de 70% da área do bioma (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 2005). O Cerrado *stricto sensu* pode ser subdividido de acordo com a cobertura arbórea em denso, típico, ralo; e com o substrato em rupestre (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Reconhecendo a elevada biodiversidade do Cerrado e assumindo que o conhecimento desta tem sido inversamente proporcional às alterações antrópicas (MENDONÇA et al., 2008), paralelamente a isso diversos estudos florísticos e fitossociológicos vem sendo realizados. Tais estudos fornecem subsídios para avaliações posteriores da dinâmica, recuperação de áreas degradadas, delimitação de unidades de conservação e fitogeografia (RATTER et al., 1997; MARIMOM et al., 1998; ANDRADE

et al., 2002; BRIDGEWATER et al., 2004; SANTOS, 2011; SILVA et al., 2006) essenciais na elaboração de estratégias de conservação (FELFILI et al., 2002).

Estudos florísticos e fitossociológicos de formações savânicas do Cerrado foram conduzidos, em sua grande maioria, nos Estados do Centro-Oeste brasileiro e no Distrito Federal (EITEN, 1972; SILVA-JÚNIOR, 1984; FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 1988; FELFILI et al., 1994; RATTER et al., 1996; FELFILI, 2001; NOGUEIRA et al., 2001; ANDRADE et al., 2002; BENITES et al., 2003; ASSUNÇÃO & FELFILI, 2004; BALDUINO et al., 2005; MOURA et al., 2005, 2007; AMARAL et al., 2006; FELFILI & FAGG, 2007; MENDONÇA et al., 2008; PINTO et al., 2009; LIMA et al., 2010; LOPES et al., 2011; MARACAHIPES et al., 2011; SANTOS, 2011). No entanto, no Estado de Tocantins, no qual extensas áreas de Cerrado ainda encontram-se bem preservadas (SANO et al., 2010) tais estudos são escassos (SANTOS, 2000; SANTOS et al., 2006; MEDEIROS et al., 2009; HAIDAR et al., 2011).

Em contrapartida à necessidade de conservação da porção mais preservada do Cerrado (KLINK & MACHADO, 2005), localizada no Estado de Tocantins, se avolumam as pressões econômicas, tanto pelo agronegócio e empreendimentos energéticos, como por parte de projetos de assentamentos da reforma agrária (OLMOS, 2007). Diante da escassez de estudos e das alterações antrópicas crescentes pelas quais o Cerrado tocantinense vem passando (SANTOS, 2000) é urgente e necessário o desenvolvimento de estudos que vise o melhor conhecimento da flora e da vegetação nativa local.

1.2 Revisão de Literatura

1.2.1 O bioma Cerrado

Devido à grandeza espacial do Brasil a sua extensão territorial abriga as principais paisagens e ecossistemas do Mundo Tropical (AB'SÁBER, 2003). Dessas, cinco grandes tipos de vegetação recobrem extensas áreas do território, são eles: a Floresta Amazônica, o Cerrado, a Caatinga, a Mata Atlântica e os Campos do Sul, que são reconhecidos como os principais biomas brasileiros. Cada um desses biomas formam províncias vegetacionais onde o tipo de vegetação ou fitofisionomia predominante ocupa a maior parte da área (RIBEIRO & WALTER, 2008), de 75% a 90%, sendo o restante da área ocupada por vegetações associadas a cursos de água (EITEN, 1993). Além das fitofisionomias predominantes também são encontradas outras fitofisionomias sendo sua ocorrência

associada a eventos temporais e variações locais, como aspectos físicos e químicos do solo, geomorfologia e topografia (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Ocupando cerca de 23% do território brasileiro, o Bioma Cerrado é o segundo maior em extensão, logo após a Amazônia (RATTER & DARGIE, 1992; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002; DURIGAN & RATTER, 2006; RIBEIRO & WALTER, 2008), e estende-se por cerca de 22° de latitude e 17° de longitude (IBGE, 2004). Ocorre em altitudes que variam de aproximadamente 300 m a mais de 1.600 m (RIBEIRO & WALTER, 2008). De relevo marcadamente planáltico em sua área “core” (AB’SÁBER, 2003) localiza-se principalmente no Planalto Central brasileiro (EITEN, 1993), abrangendo como área contínua, os Estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, parte dos Estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, São Paulo e Rondônia (DURIGAN et al., 2002; RIBEIRO & WALTER, 2008). Ocorre ainda como áreas disjuntas no Amapá, Amazonas, Pará e Roraima e pequenas ilhas no Paraná (RIBEIRO & WALTER, 2008), e em regiões onde a geada não é severa nem longa (EITEN, 1993). Sendo assim, o Cerrado faz contato com os biomas: Floresta Amazônica, Floresta Atlântica, Caatinga e Pantanal (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Por possuir formações florestais, savânicas e campestres (RIBEIRO & WALTER, 2008) o Cerrado é caracterizado por um complexo mosaico vegetacional (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 1993) condicionado pela interação de diversos fatores (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002). A vegetação predominante do Cerrado é caracterizada pelo estrato herbáceo contínuo, entremeado por estrato arbustivo-arbóreo esparsos (EITEN, 1993; RIBEIRO & WALTER, 2008). Sendo o domínio desses estratos e a distribuição das espécies vegetais determinado, em escala, regional por diversos fatores bióticos e abióticos como: a geomorfologia (SILVA et al., 2006; BENITES et al., 2007), a altitude e latitude (RATTER et al., 1996; CASTRO & MARTINS, 1999; BRIDGEWATER et al., 2004; SILVA et al., 2006), as propriedades físico-químicas do solo (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002; REATTO et al., 2008; RIBEIRO & WALTER, 2008), a intensidade e frequência de fogo (COUTINHO, 1990; MIRANDA et al., 2002), o clima (SILVA et al., 2008), a profundidade do lençol freático (RIBEIRO & WALTER, 2008), por fatores antrópicos (EITEN, 1993; FURLEY, 1999; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002; FELFILI et al., 2004; RIBEIRO & WALTER, 2008) e pela proximidade de biomas adjacentes (EITEN, 1978, 1983; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 1995; MÉIO et al., 2003). Desse modo, grande área de ocupação do Cerrado associada aos inúmeros fatores temporais e espaciais e em diferentes escalas, promovem o desenvolvimento da vegetação

com flora (BRIDGEWATER et al., 2004) e estrutura (FELFILI et al., 1994) variada e heterogênea (WARMING, 1973).

Existem diferentes propostas de classificação e conceitos sobre o que é o Bioma Cerrado (COUTINHO, 2006; WALTER, 2006). Alguns autores classificam o Cerrado como savana Neotropical (COLE, 1958, 1986; COUTINHO, 1978; EITEN, 1982; RIZZINI, 1970; WALTER, 2008) sendo composto segundo Eiten (1972) por um mosaico vegetacional, com intercalações de formações savânicas, campestres e florestais. Ribeiro e Walter (2008) definiram o Cerrado como “complexo vegetacional que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América tropical e de continentes como a África e Austrália”. Walter (2006) compilou diversos estudos a esse respeito, e concluiu que o Cerrado é a savana florísticamente rica. Vale lembrar que o termo savana refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo (RIBEIRO & WALTER, 2008). Já o termo “Cerrado” significa fechado, buscando-se referir a característica geral da vegetação arbustivo-herbácea densa que ocorre na formação savânica (EITEN, 1993; RIBEIRO & WALTER, 2008).

O clima no Cerrado é do tipo tropical estacional (EITEN, 1993; ALHO & MARTINS, 1995) do tipo Aw, segundo o sistema de Köppen e Cwa ao longo da borda sul do Cerrado, com precipitação de 400 a 2.000 mm/ ano (EITEN, 1993; SILVA et al., 2008). Acima de 90% desta precipitação anual ocorre de outubro a março, durante o verão (ALHO & MARTINS, 1995). A estação seca dura aproximadamente cinco meses, de meados de maio até outubro, sendo que nos meses mais secos a precipitação pode variar de 0 a 30 mm de chuva. A estacionalidade climática das chuvas no Cerrado é importante fator determinante da vegetação (FELFILI et al., 2005; MENDONÇA et al., 2008). As temperaturas médias anuais variam entre 18° e 33° C, com aumento relativo no sentido sul-norte com médias anuais mais elevadas na porção mais ao norte do Bioma, sendo que no inverno as temperaturas mínimas podem cair a 15° C na porção mais ao sul e no verão a 34° C na porção mais ao norte (SILVA et al., 2008).

Os solos predominantes no Cerrado são os Latossolos, com 48,66% do território ocupado pelo Bioma (AB’SÁBER, 1983; REATTO et al., 2008), podendo também ocorrer em Cambissolos, Areia Quartzosas, Litossolos, Plintossolos ou solos Hidromórficos (REATTO et al., 2008). Apesar de possuírem características físicas adequadas, do ponto de vista agrônomico (bem drenados), os Latossolos são solos altamente intemperizados, ácidos (pH entre 4,5 e 5,5), com déficit de nutrientes essenciais para a agricultura. Faltam principalmente fósforo e nitrogênio e apresentam ainda altas taxas de alumínio

(HARIDASAN, 2005; REATTO et al., 2008). Ocorrem ainda os Neossolos Litólicos que representam cerca de 7,3% do território do Bioma Cerrado (REATTO et al., 2008).

1.2.2 O Cerrado *stricto sensu*

O Cerrado *stricto sensu* é uma das principais fitofisionomias e que por isso caracteriza o bioma Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 2008). Ocupa cerca de 85% da área do Bioma ocorrendo sobre diferentes substratos (EITEN, 1993). Por apresentar diferentes densidades de indivíduos arbustivo-arbóreos o Cerrado *stricto sensu* foi subdividido por Ribeiro & Walter (2008) em quatro subtipos: Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre. Segundo os mesmos autores os três primeiros são diferenciados quanto à densidade do estrato lenhoso enquanto o rupestre ocorre em solos rasos e com afloramentos rochosos.

O Cerrado Ralo, Típico e Denso ocorrem em geral sobre Latossolos, Cambissolos, Areias Quartzozas e Solos Concrecionários, que em sua maioria são bem drenados, ácidos com alta saturação de alumínio (HARIDASSAN, 2001a). A composição florística, a cobertura de dossel, a densidade e a altura das plantas desta fisionomia variam de acordo com a profundidade, a fertilidade do solo e a presença de concreções (RIBEIRO & WALTER, 2008) e a intensidade e frequência do fogo (WALTER & RIBEIRO, 2010).

A vegetação do Cerrado *stricto sensu* é caracterizada pela presença de árvores baixas e tortuosas, de 3 a 12 m de altura, com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente com evidencia de queimadas e cobertura arbórea variando de 10% a 30%, sem a formação de dossel contínuo (RIBEIRO & WALTER, 2008). A camada de arbustos, arvoretas e palmeiras acaules apresenta cobertura de 10% a 60% com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após queima ou corte (EITEN, 1993). As folhas em geral são rígidas e coriáceas. Esses caracteres fornecem aspectos de adaptação a condições de seca (EITEN, 1993; RIBEIRO & WALTER, 2008).

O Cerrado Rupestre pode ocorrer em trechos contínuos ou em mosaicos, incluído em outros tipos de vegetação (RIBEIRO & WALTER, 2008) ocorrendo sobre Neossolos Litólicos (REATTO et al., 2008). Originados da intemperização de arenitos e quartzitos são pobres em nutrientes, ácidos e apresentam baixos teores de matéria orgânica (BENITES et al., 2003; REATTO et al., 2008; RIBEIRO & WALTER, 2008). Em geral estão sujeitos a fortes enxurradas e períodos de alagamento durante a estação chuvosa, bem como forte déficit hídrico na estação seca (OLIVEIRA-FILHO & FLUMINHAN-FILHO,

1999; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002; REATTO et al., 2008). A vegetação do Cerrado Rupestre apresenta peculiaridades que lhe confere características estruturais únicas (MIRANDA, 2008) sendo sua flora composta principalmente por espécies do Cerrado *stricto sensu* com ocorrência de algumas espécies habitat especialistas de ambientes rochosos como *Schwartzia adamantium* e *Wunderlichia cruelsiana* (RIBEIRO & WALTER, 2008). As árvores e arbustos em geral baixos enraízam-se nas frestas da rocha, sendo a densidade variável e dependente do volume de solo (EITEN, 1993; RIBEIRO & WALTER, 2008). O estrato arbustivo-herbáceo também é bastante destacado sendo que diversos estudos encontraram cobertura arbórea variando de Cerrado Ralo a Cerrado Típico. A altura média varia de 2 a 4 m, diferindo com relação ao substrato onde ocorre (RIBEIRO & WALTER, 2008).

1.2.3 Estudos no bioma Cerrado

O Bioma Cerrado vem sendo alvo de diversos estudos principalmente voltados à diversidade florística (RIZZINI, 1963; WARMING, 1973; HERINGER et al., 1977; RIZZO, 1981; CASTRO, 1994; MENDONÇA et al., 2008). Em estudo com 316 áreas de Cerrado sentido restrito Ratter et al. (2000) encontraram 727 espécies lenhosas, sendo essa lista ampliada para 951 espécies por Ratter et al. (2003). Segundo Mendonça et al. (2008) esse número chega a cerca de 12.423 espécies vasculares catalogadas para o Cerrado, sendo 12.029 angiospermas. Segundo os mesmo autores, cerca de 35% das espécies do Cerrado são típicas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito, 30% são típicas de mata de galeria, 25% de áreas campestres e 10% ainda não estão classificadas.

Ratter et al. (2000), comentam que a riqueza da flora vascular do Cerrado também é reflexo da variedade de seus tipos fisionômicos. Segundo Machado et al. (2004) além da elevada riqueza de espécies, o Cerrado ainda possui significativo número de endemismos para vários grupos de plantas, como por exemplo, para espécies da família Velloziaceae, associadas aos Campos Rupestres, que podem chegar a 70% de endemismo (FILGUEIRAS, 2002). Como demonstrado por Ratter et al. (2003) o Bioma possui muitas espécies raras ou com distribuição restrita com 44% de sua flora endêmica (KLINK & MACHADO, 2005). Segundo Ribeiro e Walter (2008) a localização central do Bioma Cerrado em relação às demais formações vegetais da América do Sul, fazendo divisa com diferentes biomas, seria uma das principais causas do Cerrado ser considerado a mais rica dentre as savanas do mundo (WALTER, 2006).

Diversos estudos florístico-estruturais pontuais relacionados à vegetação do Cerrado *stricto sensu* são encontrados na literatura (SILVA, 1999; NOGUEIRA et al., 2001; ANDRADE et al., 2002; APPOLINARIO & SCHIAVINI, 2002; FELFILI et al., 2002; MEIRA NETO & SAPORETTI-JÚNIOR, 2002; MIRANDA et al., 2002; FIDELIS & GODOY, 2003; ASSUNÇÃO & FELFILI, 2004; BALDUINO et al., 2005; BORGES & SHEPHERD, 2005; TEIXEIRA et al., 2004) . Outros analisam e comparam diferentes tipos fisionômicos (RIBEIRO et al., 1985; UHLMANN et al., 1998; BATALHA et al., 2001; COSTA & ARAÚJO, 2001; RUGGIERO et al., 2002). Alguns estudos comparam fisionomias idênticas (FELFILI et al., 1993, 1994, 1997; DURIGAN et al., 2002). Outros ainda comparam áreas diferentes, mas próximas entre si (NASCIMENTO & SADDI, 1992; ARAÚJO et al., 1997; SILVA et al., 2002; FONSECA & SILVA-JÚNIOR, 2004) e outros buscam investigar a relação entre a vegetação lenhosa e as variáveis ambientais que podem influenciar na variação da abundância de populações, tais como solo (NASCIMENTO & SADDI, 1992; HARIDASAN, 2001; MIRANDA et al., 2002; RUGGIERO et al., 2002; ABREU et al., 2012) e topografia (FONSECA & SILVA-JÚNIOR, 2004).

A maioria dos estudos de Cerrado *stricto sensu* realizou-se em áreas sobre Latossolos e, em menor escala, sobre areia quartzosa (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 2001). Existia, porém, há uma década grande carência de estudos enfocando a estrutura da vegetação de Cerrado *stricto sensu* sobre afloramento rochoso ou Cerrado Rupestre. Sendo que recentemente o Cerrado Rupestre começou a ser investigado (MOURA et al., 2005, 2007, 2010; AMARAL et al., 2006; CONCEIÇÃO & PIRANI, 2007; PINTO et al., 2009; LIMA et al., 2010; MARACAHIPES et al., 2011; PINTO et al., 2011; SANTOS et al., 2012 a, b).

1.2.4 Conservação do Cerrado

O avanço vertiginoso da agricultura moderna no bioma Cerrado deveu-se ao baixo custo das terras, ao uso de tecnologia moderna e a políticas públicas e a incentivos econômicos direcionados à ocupação do solo, fomentados pelos vários governos ao longo do tempo (KLINK et al., 2008). Gerando impactos relacionados à degradação do solo, a poluição dos rios e a queimadas recorrentes acarretando em perdas de habitats e consequentemente na biodiversidade desse Bioma. Essa ação antrópica altera a estrutura e a composição florística da vegetação, determinando o surgimento de áreas mais abertas, além de introduzir plantas exóticas ou invasoras (FELFILI et al., 1994).

Os mecanismos dessa ação constituem-se da retirada de estacas e lenha, extração de madeiras comerciais, pastejo seletivo pelo do gado introduzido em áreas nativas e, a utilização da flora lenhosa como matéria prima para a fabricação de carvão vegetal (FELFILI et al., 1994). Sendo a conversão da vegetação natural para agricultura e pastagens a responsável pelo maior impacto na biodiversidade do Bioma Cerrado (SILVA et al., 2006). Outro fator de impacto são as queimadas provocadas, muito utilizadas como manejo de pastos nativos que alteram a estrutura original da vegetação, provocando mudanças na densidade dos indivíduos lenhosos e dos arbustivos-herbáceos (WARMING, 1973).

Devido à alta biodiversidade, elevada taxa de desmatamento e grande número de espécies da flora e fauna ameaçadas de extinção, o Cerrado está incluído entre os 34 *hotspots* mundiais para preservação da diversidade biológica do planeta (MITTERMEIER et al., 2005). Aliado a isso o baixo nível de conservação da região do Cerrado com menos de 2% da vegetação original protegida (SILVA et al., 2006). Diante desse contexto, o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007) apontou como ação prioritária o inventário biológico do Bioma Cerrado. Ainda segundo os mesmos autores apesar de haver volume expressivo de conhecimento científico a respeito da biodiversidade do Cerrado, ainda são necessários investimentos em pesquisas básicas na região.

1.2.5 O Estado de Tocantins

O Estado de Tocantins possui área total de 227.620 km², cerca de 3,3% do território nacional (SEPLAN, 2012) localizado na região geopolítica da Amazônia Legal. Faz fronteira com os Estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato grosso, Piauí e Para. O clima é marcadamente estacional, ou seja, com cerca de seis meses de seca (SEPLAN, 2012). A temperatura média anual é de 25° a 29° C, a precipitação média anual varia de 1.200 a 2.100 mm (SEPLAN, 2012). A altitude máxima de 1.340 m é encontrada na Serra das Traíras ou das Palmas na divisa com Goiás, a altitude mínima de 90 m encontra-se no município de Esperantina na divisa com o Pará (SEPLAN, 2012). Os principais rios são Araguaia, Tocantins, Paranã, Javaés, do Sono, Formoso, Santa Tereza, Manuel Alves Grande e do Côco (SEPLAN, 2012). O relevo varia de plano com leve inclinação (igual ou inferior a 5°) a áreas com declive acentuado (superior a 45°) (SEPLAN, 2012). Os Latossolos predominam com 22,1 % da área total do Estado, os solos Concrecionários 22,8%, as Areias Quartzosas 18,9%, os Plintossolos 11,1 % e os Litossolos 8,4% do território (SEPLAN, 2012).

A vegetação local é caracterizada por fitofisionomias savânicas associadas a formações florestais, além de estarem sobre forte pressão antrópica, ocupadas por culturas agrícolas e pastagens (SEPLAN, 2012). As fisionomias do Cerrado (campo limpo a cerradão) ocupam 92% do território do Estado (SANO et al., 2010) com predominância da vegetação xeromorfa aberta, dominada e marcada pelo estrato herbáceo. De acordo com Klink e Machado (2005) as áreas mais extensas de cobertura original do Cerrado são encontradas na porção norte do bioma, enquanto a maior parte da região sul, apresenta predomínio da cobertura antrópica. Sano et al. (2009) estimou que o Estado de Tocantins em 2002 possuía 79% do território preservado.

Apesar de serem poucos os estudos na região, o mapa da vegetação do IBGE (2004) revela interessante zona de contato com várias formações vegetais no Estado de Tocantins, o que deveria servir como fonte propulsora para novas investigações. Do ponto de vista conservacionista, essa região apresenta potencialidades inegáveis para o cultivo agrícola, dadas as suas condições de relevo plano que favorecem a mecanização agrícola e implantação da agropecuária, o que se associa a ocorrência de impactos antrópicos que comprometem a biodiversidade (MARTINS et al., 2011). Estudos sobre a vegetação do mais novo Estado brasileiro são escassos, havendo em geral apenas estudos de diagnóstico ambiental (MARTINS et al., 2002; 2007), de caracterização de fragmentos (MARTINS et al., 2001), com fisionomias campestres (REZENDE, 2007), de levantamento florístico e fitossociologia (SANTOS et al., 2006; MEDEIROS et al., 2009; MARTINS et al., 2011) e de mapeamento da vegetação (OLIVEIRA-JÚNIOR & SHIMABUKURO, 2005; REZENDE, 2007; HAIDAR et al., 2011).

1.3 Objetivo Geral

Descrever e comparar a composição florística, riqueza, diversidade e estrutura do componente arbustivo-arbórea (Capítulo 1) e avaliar o efeito do espaço e do ambiente sobre a composição florístico-estrutural do componente arbustivo-arbóreo de pares adjacentes de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre, no Estado de Tocantins (Capítulo 2). Para tanto, procurou-se responder às seguintes perguntas:

- a) Existem diferenças na composição florística, riqueza e diversidade de espécies do componente arbustivo-arbóreo entre os sítios investigados? (Capítulo 1)
- b) Existem diferenças na estrutura do componente arbustivo-arbóreo entre os sítios investigados? (Capítulo 1)

- c) Qual a influência do ambiente na diferença florístico-estrutural do componente arbustivo-arbóreo entre os sítios investigados? (Capítulo 2)
- d) Em qual proporção o ambiente, o espaço e sua ação em conjunto explicam as diferenças florístico-estrutural do componente arbustivo-arbóreo nos sítios investigados? (Capítulo 2)

2. FLORÍSTICA, RIQUEZA, DIVERSIDADE E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA EM ÁREAS DE CERRADO TÍPICO E CERRADO RUPESTRE NO ESTADO DE TOCANTINS

2.1 INTRODUÇÃO

Formado por mosaico de formações vegetais (campestres, savânicas e florestais), o bioma Cerrado é considerado a savana tropical mais rica do mundo e ocupava originalmente cerca de 23% do território brasileiro (KLINK & MACHADO, 2005; RIBEIRO & WALTER, 2008). Devido a sua alta biodiversidade, a alta taxa de desmatamento e o grande número de espécies da flora e fauna ameaçadas de extinção o Cerrado foi classificado como *hotspot* para conservação da biodiversidade mundial (MITTERMEIER et al., 2005).

Dentre as formações savânicas, o Cerrado *stricto sensu* é o que melhor caracteriza o bioma, ocupando cerca de 85% de sua área core (EITEN, 1993). Como o Cerrado *stricto sensu* ocorre sobre diferentes condições ambientais, sua vegetação apresenta diferentes densidades de indivíduos arbustivo-arbóreos (RIBEIRO & WALTER, 2008). Assim, Ribeiro & Walter (2008) propuseram subdividi-lo em quatro subtipos: Cerrado Ralo, Cerrado Típico, Cerrado Denso e Cerrado Rupestre. De acordo com os autores, os três primeiros diferenciam-se quanto à densidade do estrato lenhoso, sendo o último diferenciado pelo fato de ocorrer sobre solos rasos e com afloramentos rochosos. O substrato rochoso não é fator limitante para a riqueza ou estabelecimento/ desenvolvimento de indivíduos lenhosos, porém, atua na seleção de espécies habitat-especialistas que preferem solos com afloramento e dominam a estrutura da comunidade (ABREU et al., 2012), promovendo, em escala local, divergência florística e estrutural entre o Cerrado Rupestre e os demais tipos de Cerrado *stricto sensu*.

Estudos sobre a vegetação arbustivo-arbórea, tais como os levantamentos florísticos, fitossociológicos e da diversidade de espécies, estão sendo desenvolvidos em áreas de Cerrado *stricto sensu* desde meados da década de 60 (RIZZINI, 1963; WARMING, 1973; RIZZO, 1981; ALBINO & CASTRO, 1997; FELFILI & FELFILI, 2001; ANDRADE et al., 2002; FELFILI et al., 2002; ASSUNÇÃO & FELFILI, 2004; SILVA et al., 2006; NERI et al., 2007). A grande maioria desses estudos se concentrou em áreas de Cerrado *stricto sensu* sobre solo profundo, sendo que recentemente áreas sobre

afloramento rochoso, como o Cerrado Rupestre, tornaram-se alvo de investigação principalmente nos estados de Goiás e Distrito Federal (AMARAL et al., 2006; MOURA et al., 2007, 2010; FELFILI & FAGG, 2007; PINTO et al., 2009; LIMA et al., 2010; LENZA et al., 2011; ABREU et al., 2012; SANTOS et al., 2012a). No Mato Grosso os estudos a cerca dessa fisionomia tem se intensificado nos últimos anos (FELFILI et al., 2002; MARIMON-JÚNIOR & HARIDASAN, 2005; GOMES et al., 2011; MARACAHIPES et al., 2011). No entanto, estudos desta natureza em áreas de Cerrado Rupestre são incipientes em outros Estados, como Bahia, Minas Gerais e Tocantins, representando lacuna no conhecimento da flora e estrutura desta fitofisionomia.

O Tocantins tem sido apontado como rica fonte de informação e de interesse científico por se encontrar na zona de contato entre os biomas Caatinga, Cerrado e Floresta Amazônica (IBGE, 1992). Num mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do Cerrado Sano et al. (2009) revelou que o Estado de Tocantins encontra-se na porção mais preservada do bioma tendo 53,4% de seu território coberto por formações savânicas (SEPLAN, 2012). Contudo, a expansão urbana desordenada e as queimadas antrópicas aliadas ao potencial agropecuário, com 70% de seu território apto para essa finalidade (SEPLAN, 2012), são ameaças à biodiversidade do Estado de Tocantins (MARTINS et al., 2011). Essa expansão da atividade antrópica se apresenta de maneira inversamente proporcional ao conhecimento da diversidade, composição florística e estrutura da vegetação. Em contrapartida, poucos estudos de caráter diagnóstico ambiental (BRITO et al., 2002; CARVALHO, 2009) e de caracterização e de levantamentos florístico-fitossociológicos (SANTOS et al., 2006; REZENDE, 2007; HAIDAR et al., 2009; MEDEIROS et al., 2009; MARTINS et al., 2011) foram desenvolvidos no Estado.

Diante disso, nosso objetivo foi descrever e comparar a composição florística, riqueza, diversidade de espécies e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de pares de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre em duas localidades no Estado de Tocantins. A fim de atender os objetivos propostos foram formuladas as seguintes perguntas: Existem diferenças na composição florística, riqueza e diversidade de espécies do componente arbustivo-arbóreo entre os sítios investigados? Existem diferenças na estrutura do componente arbustivo-arbóreo entre os sítios investigados?

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Áreas de estudo

Município de Palmas – TO

Palmas é a capital do Tocantins e está situada na região central entre as coordenadas 10°10' S e 48°16' W (Figura 2.1), nas Depressões Longitudinais do Tocantins, com altitude média variando de 200 a 400 m (SEPLAN, 2012). O clima é do tipo úmido a subúmido, com moderada deficiência hídrica, com duas estações bem definidas verão quente e chuvoso e inverno quente e seco, de precipitação média anual de 1.800 a 1.900 mm, com temperatura média anual de 28° C (SEPLAN, 2012). Segundo Seplan (2012) os solos da região são do tipo Latossolos e Plintossolos com erodibilidade potencial de muito fraca a forte.

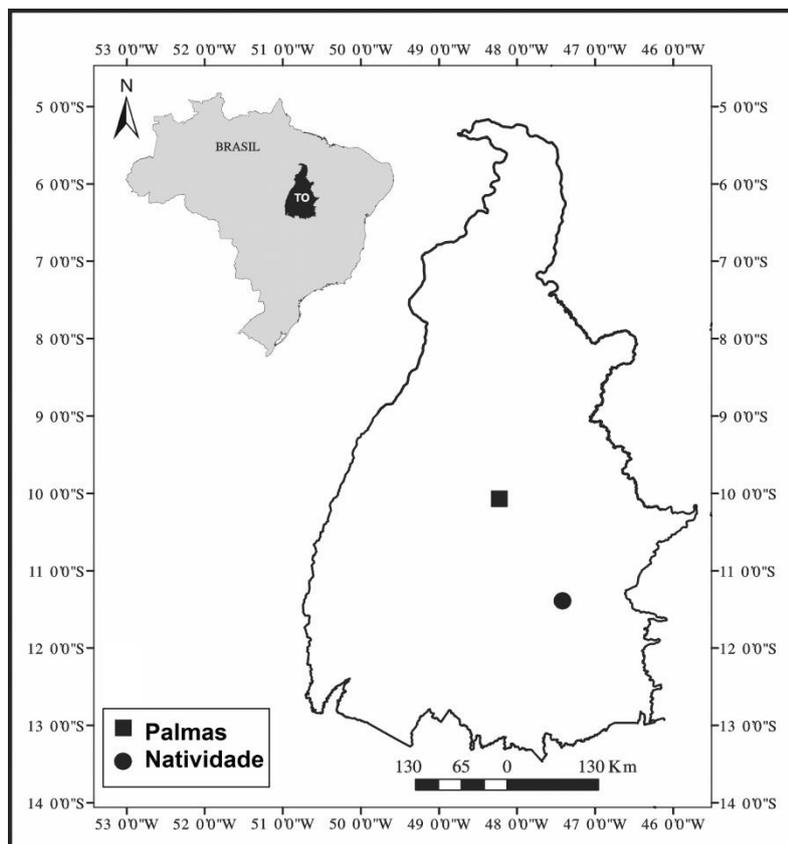


Figura 2.1 - Localização das áreas de estudo no Estado de Tocantins, Brasil.

Foram selecionados dois sítios, um em área de Cerrado Típico – CP (Figura 2.2a) e outro em Cerrado Rupestre – RP (Figura 2.2b). Os sítios foram selecionados de acordo fitofisionomias de interesse (CP e CR), com base no menor grau de alteração antrópica possível e respeitando a distância máxima de 10 quilômetros entre os sítios da mesma

localidade. O CP localiza-se entre as coordenadas 10°12' e 10°13' S a 48°21' e 48°22' W, em altitude de 226 a 237 m, às margens da represa da Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães, dentro do perímetro urbano da cidade de Palmas. O sítio RP, com afloramento de arenito, localiza-se entre as coordenadas 10°10' S e 48°16' W, de altitude de 355 a 402 m, na área denominada do Morro do Limpão, às margens da rodovia TO-050.



Figura 2.2 - Vista panorâmica da estrutura da vegetação nos sítios de Cerrado Típico (a) e Cerrado Rupestre (b) em Palmas, Tocantins.

Município de Natividade - TO

Natividade do Tocantins está situada na região sul do Estado, entre as coordenadas 11°41' S e 47°42' W (Figura 2.1), com altitude variando de 400 a 1.000 m, nas Depressões e Morrarias de Natividade e Santa Rosa do Tocantins (SEPLAN, 2012). O clima úmido a subúmido com pequena deficiência hídrica, com duas estações bem definidas verão quente e chuvoso e inverno quente e seco, precipitação média anual de 1.600 mm e temperatura média anual 26° C (SEPLAN, 2012). Os solos dessa região, segundo Seplan (2012) são da classe Latossolos e Neossolos Litólicos, flúvicos e quartzarênicos com erodibilidade potencial de muito fraca a forte.

Foram selecionados dois sítios, um em área de Cerrado Típico – CN (Figura 2.3a) e outro em Cerrado Rupestre – RN (Figura 2.3b), com possível alteração antrópica e distantes entre si no máximo 10 quilômetros. O CN localiza-se entre as coordenadas, 11°38' S e 47°42' W, com altitude variando de 338 a 355 m, no município de Natividade. O sítio RN localiza-se na Serra de Natividade, entre as coordenadas 11°39' a 11°41' S a 47°41' e 47°42' W, com altitude variando de 436 a 826 m.



Figura 2.3 - Vista panorâmica da estrutura da vegetação nos sítios de Cerrado Típico (a) e Cerrado Rupestre (b) em Natividade, Tocantins.

2.2.2 Amostragem

Em cada sítio foram alocadas, com o auxílio de trena, 10 parcelas permanentes de 20 x 50 m (1.000 m²), totalizando 1 ha para cada área investigada, conforme protocolo proposto pela Rede de Parcelas Permanentes dos biomas Cerrado e Pantanal (FELFILI et al., 2005), distantes entre si no mínimo 100 m, totalizando 40 parcelas (4 hectares de esforço amostral). Foram tomadas a altitude e as coordenadas geográficas dos quatro vértices de cada parcela.

2.2.3 Coleta de dados

Todos os indivíduos arbustivo-arbóreos vivos, com diâmetro da base medido a 30 cm do solo (Db30) \geq 5 cm, foram incluídos na amostragem, conforme recomendado por Felfili et al. (2005), esses indivíduos foram etiquetados, tomando-se seu diâmetro e altura total. A altura total foi mensurada com auxílio de vara graduada e o diâmetro com o auxílio de fita métrica. Para os indivíduos com ramificação abaixo dos 30 cm de altura ao nível do solo foi calculado o diâmetro quadrático (raiz quadrada da soma dos quadrados dos valores dos diâmetros), pois este procedimento evita superestimar e subestimar o cálculo dos valores de densidade e área basal, respectivamente (PINTO et al., 2009).

A identificação botânica foi realizada *in loco* e, quando necessário, o material botânico foi coletado e herborizado conforme proposto por Mori et al. (1985) e Fidalgo & Bononi (1989). Posteriormente foram realizadas comparações com exsicatas do Herbário da Universidade de Brasília (HB), consulta à literatura específica e a especialistas. A classificação botânica foi realizada com base no sistema *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG, 2009) e a conferência do táxon a partir de Forzza et al., (2012) no site

<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>. O material botânico fértil foi incorporado ao acervo do Herbário HUTO da Universidade do Tocantins (UNITINS).

2.2.4 Análise dos dados

Riqueza e composição florística – Para testar a suficiência amostral, em termos florísticos, foi construída a curva de rarefação (GOTELLI & COLWELL, 2001) com 999 aleatorizações e da comparação entre a riqueza observada e a calculada pelo estimador Jackknife 1 (MAGURRAN, 2007) no ambiente do *software* EstimateS (COLWELL, 2008). A curva de rarefação é produzida pelo contínuo sorteio aleatório da ordem das parcelas ou dos indivíduos e pelo cálculo do número de espécies acumulado. A curva final é construída com base na média de “n” repetições calculadas. Este procedimento tem como vantagem a construção de intervalos de confiança e evita a variação causada pela aleatoriedade da ordem das unidades amostrais na construção da curva e quanto menor a variação entre as parcelas mais rapidamente se atinge a estabilidade (KERSTEN & GLAVÃO, 2011).

Também comparamos a riqueza de espécies entre as quatro áreas pelo método de rarefação, em ambiente do *software* EcoSim versão 7 (GOTELLI & ENTSMINGER, 2001). Este procedimento parte do princípio que quanto maior o número de indivíduos maior a riqueza, e permite comparar comunidades com maior número de indivíduos e, possivelmente de riqueza, e comunidades com menores densidades de indivíduos e riqueza (MAGURRAN, 2007). Assim, retira-se da comunidade com maior densidade um conjunto de “n” indivíduos equivalente ao número de indivíduos registrados na comunidade com menor densidade e, a partir de então, obtêm-se a riqueza estimada para a comunidade mais rica. Em seguida comparamos a riqueza estimada para a comunidade com maior densidade com aquela encontrada na comunidade com menor densidade. Calculamos ainda o valor de *p* para verificar se essa diferença é significativa, baseado no teste Z de distribuição normal (ZAR, 1999) adotando como limite de significância $\alpha = 5\%$. Foi aplicado também teste qui-quadrado afim de verificar se a diferença na proporção de espécies exclusivas e compartilhadas entre os sítios foi significativa em ambiente do *software* BioEstat (AYRES et al., 2007).

Diversidade – Para comparar a diversidade entre as áreas foi elaborado diagrama de perfil de diversidade, como recomendado por Peet (1974) através da série de Rényi que leva em consideração tanto espécies raras quanto dominantes (TÓTHMÉRÉSZ, 1995). Segundo Melo (2008) o diagrama de perfil é útil nos casos em que se quer comparar a

diversidade, de forma exploratória, para algumas poucas comunidades, pois ao contrário dos índices tradicionais que são pontuais, esse diagrama permite um contínuo de possibilidades para o valor da diversidade de acordo com o alfa adotado (RICOTTA, 2003). Conforme o valor de alfa aumenta maior ênfase é dada às espécies dominantes. Ao passo que com $\alpha = 0$ todas as espécies raras e comuns possuem o mesmo peso, ou seja, excluindo qualquer espécie acarretará no decréscimo de uma unidade no valor do índice. No caso de todas as espécies terem a mesma abundância (importância) a curva resultante será invariável e assumirá o valor do número de espécies (HILL, 1973). Quando $\alpha = 0$ o índice será igual a riqueza de espécies desprezando-se a equabilidade e quando $\alpha > 0$ maior peso é dado a equabilidade e a riqueza é desprezada (MELO, 2008). Para proceder estes cálculos usamos o *software* PAST (HAMMER et al., 2001) através da série de Rényi.

Estrutura – Para descrever a estrutura das comunidades calculamos para cada sítio os parâmetros fitossociológicos convencionais: Densidade Absoluta (número de indivíduos por unidade de área ou volume), Densidade Relativa (porcentagem de indivíduos amostrados pertencentes a mesma espécie), Frequência Absoluta (proporção do número de unidades amostrais com presença de uma dada espécie em relação ao número total de unidades amostrais), Frequência Relativa (proporção da frequência absoluta da comunidade que dada espécie possui), Dominância Absoluta (a área basal de dada espécie por hectare), Dominância Relativa (proporção da área basal total da comunidade que dada espécie possui) e Índice de valor de Importância (resulta da soma da densidade, frequência e dominância relativas, indicando quais espécies tem maior contribuição para a estrutura da comunidade) (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974; MORO; MARTINS, 2011). Os cálculos foram realizados com auxílio do *software* Mata Nativa 2 (CIENITEC, 2006).

Também foi realizado cálculo da distribuição de frequência dos indivíduos em classes de diâmetro, com intervalo de 5 cm, conforme adotado por Felfili et al. (2005) e de altura, com intervalo de 1m. Para avaliar se significativas distribuições diamétricas e de altura diferiram significativamente entre os sítios foi realizado teste de Kolmogorov-Smirnov par a par (SIEGEL & CASTELLAN-JÚNIOR, 1988) em ambiente do *software* BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007). Em seguida comparamos os valores medianos dos diâmetros e alturas por meio do teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney no ambiente dos *softwares* PAST (HAMMER et al., 2001) e BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007), respectivamente. A análise de Kruskal-Wallis é útil para decidir se k amostra independentes provem de populações diferentes, como os valores diferem entre si tem-se

de decidir se essa diferença é significativa (SIEGEL, 1975). O Mann-Whitney usada para comprovar se dois grupos independentes foram ou não extraídos da mesma população (SIEGEL, 1975)

Similaridade – Para classificação numérica da vegetação nos quatro sítios (classificação numérica) preparamos uma matriz florístico-estrutural com os valores das abundâncias das espécies nas parcelas (matriz quantitativa) e uma matriz florística com dados de presença/ ausência das espécies nas parcelas (matriz qualitativa). Os resultados obtidos com as duas matrizes foram iguais por isso optamos por apresentar os resultados referentes a matriz quantitativa. Processamos a análise TWINSpan (*Two-Way Indicator Species Analysis*) no *software* PC-ORD 6 (MCCUNE & MEFFORD, 2011) com as duas matrizes usamos, para as pseudoespécies, o default do *software* de nível de corte das densidades de 0-2-5-10-20-50. Os autovalores acima de 0,3 foram considerados satisfatórios conforme Felfili & Venturoli (2000). Os dados da matriz quantitativa foram convertidos em variáveis categóricas denominadas pseudoespécies e utilizadas na análise qualitativa, tratando a presença de grande quantidade de indivíduos da mesma espécie como espécie distinta da espécie original (FELFILI et al., 2007; 2011).

Para testar a consistência dos grupos que emergiram da análise de TWINSpan foi realizada a análise ANOSIM (*Analysis of Similarity*) (CLARKE, 1993), utilizando o coeficiente de Bray-Curtis, no *software* PAST 2.0 (HAMMER et al., 2001). Tal análise fornece como resultado o valor de *R*, que quanto mais próximo de 1,0 ele for maior a dissimilaridade entre os grupos comparados (CLARKE, 1993). A significância do teste (*p*) foi calculada após 9.999 permutações aplicando-se a correção sequencial de Bonferroni na comparação par a par dos *p*, conforme recomendado por Quinn e Keough (2002).

Foi realizada Análise de Espécies Indicadoras (DUFRÊNE & LEGENDRE, 1997) com base nos grupos formados na TWINSpan com auxílio do programa PC-ORD 6 (MCCUNE & MEFFORD, 2011). Esta análise consiste em determinar a preferência das espécies por habitats que apresentem características ambientais específicas, ou seja, combinando a informação sobre a abundância e frequências das espécies nos grupos formados (DUFRÊNE & LEGENDRE, 1997). Valores Indicativos (VI) são calculados para cada espécie dentro de cada grupo e testados quanto a significância pelo teste de permutação de Monte Carlo (DUFRÊNE & LEGENDRE, 1997). A espécie foi considerada indicadora quando possuía o maior VI e esse fosse significativo (MCCUNE & GRACE, 2002; MACHADO et al., 2008). Para todas as análises de significância o nível utilizado foi de 5%.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Riqueza e composição florística

Foram registradas nos quatro sítios, 144 espécies distribuídas em 87 gêneros, pertencentes a 46 famílias botânicas (Tabela 2.1). Nove espécies (6,25%) foram identificadas até nível de gênero e sete (4,86%) em nível de família botânica (Tabela 2.2). A riqueza por sítio variou de 54 a 82 espécies, de 49 a 61 gêneros e 27 a 36 famílias (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Características da vegetação arbustivo-arbórea ($Db_{30} \geq 5\text{cm}$) amostrada em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins (10 parcelas de 20 x 50 m em cada área): S = número de espécies, G = número de gêneros e F = número de famílias, D = número de indivíduos por hectare, $G (\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}) = \text{área basal} (G \text{ m}^2)$. RP = Cerrado Rupestre Palmas, RN = Cerrado Rupestre Natividade, CP = Cerrado Típico Palmas e CN = Cerrado Típico Natividade.

Áreas	S	Riqueza estimada	G	F	D ($\text{ind} \cdot \text{ha}^{-1}$)	G ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)	Espécies exclusivas
Palmas (CP)	62	100 ($\pm 4,9$)	51	32	1.021	8,20	11 (7,64%)
Morro do Limpão (RP)	80	72 ($\pm 2,9$)	58	36	857	9,95	20 (13,89%)
Natividade do Tocantins (CN)	82	65 ($\pm 3,8$)	61	33	1.210	11,48	29 (20,14%)
Serra da Natividade (RN)	54	104 ($\pm 5,5$)	49	27	997	9,68	11 (7,64%)

A riqueza estimada pelo Jackknife 1 variou de 65 a 104 (Tabela 2.1). Sendo que a riqueza registrada representou, aproximadamente, 85% no CP, 76% no RP, 81% no CN e 82% no RN da riqueza estimada. Ao analisarmos as curvas de rarefação dos sítios, CP e RN tenderam a estabilização a partir da sétima parcela (Figura 2.4) na qual já haviam sido registradas 81% e 77% das espécies, respectivamente. Já para os sítios CN e RP a curva não tendeu a estabilização (Figura 2.4) sugerindo que esses sítios tem maior variação no aumento de espécies entre as parcelas.

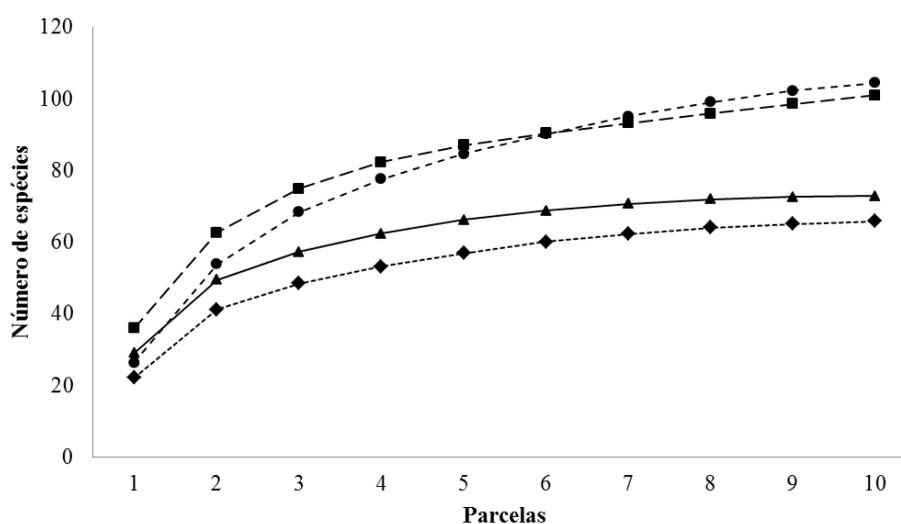


Figura 2.4 - Curva de rarefação (Jackknife 1) para as espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30} \geq 5\text{cm}$) amostradas em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins. Cerrado Típico Palmas (▲), Cerrado Típico Natividade (■), Cerrado Rupestre Palmas (●) e Cerrado Rupestre Natividade (◆)

Na comparação da riqueza foi possível observar que RP apresentou mais espécies que RN e CP, mesmo tendo sido registrada menor densidade. Como resultado da rarefação, houve diferenças significativas entre os pares CN e RN (CN com 997 indivíduos teria riqueza de 78 espécies, variando + 3,05, $p < 0,0001$), CN e CP (CN com 1.021 indivíduos teria riqueza de 79 espécies, variando + 2,89, $p < 0,0001$) e CP e RN (CP com 997 indivíduos teria riqueza de 62 espécies, variando + 0,13, $p < 0,0001$). A comparação na riqueza de espécies, por rarefação, entre CN e RP não apresentou diferença significativa (CN com 857 indivíduos teria riqueza de 75 espécies, variando + 4,76, $p = 0,9890$).

A concentração de riqueza nas famílias foi de 26 espécies para Fabaceae, 11 espécies para Vochysiaceae, nove para Myrtaceae, oito para Apocynaceae e sete para Rubiaceae. No CP a família com maior riqueza foi Fabaceae com 15 espécies, seguida de Malpighiaceae e Vochysiaceae com cinco espécies cada, juntas essas três famílias representaram 40% da riqueza da comunidade. No RP a família mais rica foi Fabaceae com 13 espécies, seguida por Vochysiaceae com seis, e Apocynaceae e Rubiaceae com cinco espécies cada, juntas elas somaram 36% da riqueza da comunidade. A família com maior riqueza no CN foi Fabaceae com 14 espécies, seguida de Vochysiaceae com oito e Myrtaceae com seis espécies. Juntas, essas famílias agrupam 34% da riqueza da comunidade. No RN a família com maior riqueza foi Fabaceae com 10 espécies, seguida de Malpighiaceae com cinco e Myrtaceae com quatro espécies, juntas contabilizaram 35% da riqueza.

Das 144 espécies amostradas 19 (13,19%) foram consideradas de ampla distribuição por ocorrerem nas quatro áreas, 23 (15,97%) foram comuns a três áreas e 31 (21,53%) ocorreram em duas áreas. Sendo que 71 (49,31%) foram consideradas de distribuição restrita por ocorrerem em apenas uma área. A diferença na proporção de espécies exclusivas entre os sítios foi significativa ($\chi^2 = 10,256$; $p = 0,0165$). Do total de espécies amostradas, 24 (16,7%) ocorreram em apenas uma das 40 parcelas, destas 21 espécies (14,6%) ocorreram com apenas um indivíduo e foram consideradas raras. São elas *Annona coriacea* Mart., *Aspidosperma discolor* A.DC., *A. multiflorum* A.DC., *A. nobile* Müll. Arg., *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Cecropia hololeuca* Miq., *Dimorphandra mollis* Benth., *Dipteryx alata* Vogel, *Hymenaea courbaril* L., *Miconia leucanta* DC., *Mimosa clausenii* Benth., *Neea theifera* Oerst., *Ouratea castaneifolia* (DC.) Engl., *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, *Qualea multiflora* Mart., *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil, *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, *Tabebuia aurea* (Silva Manso)

Benth. & Hook.f. ex S.Moore, *Tapirira guianensis* Aubl., *Terminalia argentea* Mart. e
Vitex polygama Cham.

Tabela 2.2 -Espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30} \geq 5$ cm) amostradas em áreas de Cerrado Típico (CP = Cerrado Típico Palmas e CN = Cerrado Típico Natividade) e Cerrado Rupestre (RP = Cerrado Rupestre Palmas e RN = Cerrado Rupestre Natividade) no Estado de Tocantins, com seus respectivos parâmetros fitossociológicos. DA = Densidade Absoluta ($\text{ind.}\text{ha}^{-1}$), F = Frequência Absoluta (número de parcelas: 20 x 50 m), DoA = Dominância Absoluta em área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) e IVI = Índice de Valor de Importância (%).

Nome científico	Código	RP				RN				CP				CN			
		DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI
Anacardiaceae																	
<i>Anacardium occidentale</i> L. C	Anoc	25	9	0,6788	13,19	36	8	0,5770	13,18	44	9	0,2898	10,95	29	10	1,1616	15,31
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott A	Asfr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	0,0297	1,35
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tagu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0029	0,39
Annonaceae																	
<i>Annona coriacea</i> Mart. A	Anco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0020	0,38
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Ancr	1	1	0,0326	0,83	-	-	-	-	2	2	0,0119	1,03	-	-	-	-
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. A	Xyar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3	0,0987	2,36
Apocynaceae																	
<i>Aspidosperma discolor</i> A.DC.	Asdi	1	1	0,0250	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Asma	4	3	0,0774	2,39	6	3	0,0398	2,36	27	9	0,1410	7,47	-	-	-	-
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A.DC.	Asmu	1	1	0,0127	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspidosperma nobile</i> Müll.Arg.	Asno	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0033	0,48	-	-	-	-
<i>Aspidosperma</i> sp. 1	Assp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0046	0,40
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Asto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	0,0092	1,17
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes A	Hasp	1	1	0,0206	0,71	-	-	-	-	21	8	0,0772	5,76	25	9	0,1209	5,64
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll.Arg.) Woodson	Hiob	1	1	0,0058	0,56	3	3	0,0162	1,82	-	-	-	-	1	1	0,0072	0,43
Araliaceae																	
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	Scvi	3	2	0,0272	1,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arecaceae																	
<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart.	Syco	13	6	0,0927	4,75	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0054	0,41
<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	Syfl	5	4	0,0252	2,37	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	0,0123	1,20
Asteraceae																	
Asteraceae 1	Aste	-	-	-	-	3	3	0,0103	1,76	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Piro	5	2	0,0325	1,68	-	-	-	-	4	2	0,0135	1,25	-	-	-	-
<i>Wunderlichia cruelsiana</i> Taub.	Wucr	-	-	-	-	9	6	0,2206	5,88	-	-	-	-	-	-	-	-

Nome científico	Código	RP				RN				CP				CN			
		DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI
Bignoniaceae																	
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos A	Haoc	6	4	0,0724	2,96	1	1	0,0072	0,62	11	6	0,0568	3,84	-	-	-	-
<i>Handroanthus serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	Hase	3	3	0,0390	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore A	Taau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0046	0,40
Burseraceae																	
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Prhe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0025	0,38
Calophyllaceae																	
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc. CA	Kico	2	2	0,0096	1,10	1	1	0,0026	0,58	11	5	0,0416	3,31	1	1	0,0019	0,38
<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saggi	Kila	2	1	0,0093	0,71	5	2	0,0322	1,73	37	10	0,2730	10,40	-	-	-	-
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	Kiru	2	2	0,0064	1,06	-	-	-	-	35	9	0,1340	8,16	-	-	-	-
Caryocaraceae																	
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	Caco	10	3	0,5797	8,14	-	-	-	-	27	8	0,3331	9,46	23	9	0,8076	11,45
Celastraceae																	
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Pipo	-	-	-	-	45	9	0,4107	12,81	-	-	-	-	2	2	0,0057	0,77
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. Ex Schult.) G.Don C	Sacr	1	1	0,0127	0,63	8	6	0,0844	4,38	4	3	0,0101	1,55	8	4	0,0532	2,25
Chrysobalanaceae																	
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zuuc.) Benth.	Cogr	-	-	-	-	51	9	0,7492	16,91	-	-	-	-	1	1	0,0072	0,43
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	Hici	4	2	0,0346	1,58	-	-	-	-	24	8	0,1030	6,36	-	-	-	-
Combretaceae																	
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Tear	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0046	0,40
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	Tefa	-	-	-	-	6	2	0,0732	2,26	-	-	-	-	-	-	-	-
Connaraceae																	
<i>Connarus suberosus</i> Planch. CA	Cosu	23	7	0,1083	6,45	7	6	0,0332	3,75	12	5	0,0884	3,98	8	6	0,0342	2,64
<i>Rourea induta</i> Planch. C	Roin	37	8	0,1454	8,84	5	1	0,0129	1,09	2	2	0,0048	0,94	7	4	0,0239	1,91
Dilleniaceae																	
<i>Curatella americana</i> L. A	Cuam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	10	0,9020	17,43
<i>Davilla grandiflora</i> A.St.-Hil.	Dagr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	0,0064	0,78
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil. A	Dael	65	8	0,3730	14,40	-	-	-	-	15	5	0,0504	3,81	29	9	0,1037	5,82
Ebenaceae																	
<i>Diospyros coccolobifolia</i> Mart. ex Miq.	Dico	2	2	0,0166	1,17	-	-	-	-	3	2	0,0157	1,18	-	-	-	-

Nome científico	Código	RP				RN				CP				CN			
		DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI
<i>Diospyros hispida</i> A.DC. CA	Dihi	15	5	0,1033	4,70	1	1	0,0026	0,58	3	2	0,0250	1,29	47	10	0,2874	9,19
Erythroxylaceae																	
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil	Erde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	0,0285	1,78
<i>Erythroxylum</i> sp. 1	Ery1	1	1	0,0065	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythroxylum</i> sp. 2	Ery2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0032	0,39
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil. CA	Ersu	11	6	0,0411	4,00	20	8	0,0632	6,26	8	3	0,0243	2,11	1	1	0,0024	0,38
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erto	-	-	-	-	1	1	0,0023	0,57	-	-	-	-	15	9	0,0474	4,17
Euphorbiaceae																	
<i>Manihot</i> sp. 1	Mani	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	0,0076	1,08	-	-	-	-
Fabaceae																	
<i>Andira cujabensis</i> Benth.	Ancu	3	2	0,0917	2,04	-	-	-	-	13	5	0,1507	4,83	-	-	-	-
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth. C	Anve	7	2	0,0486	2,07	7	5	0,1892	4,91	25	8	0,1552	7,10	3	3	0,0488	1,51
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth CA	Bovi	5	3	0,0756	2,49	9	6	0,1931	5,60	29	9	0,2113	8,52	10	7	0,0770	3,46
<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke	Ceto	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	0,0077	0,73	-	-	-	-
<i>Chamaecrista orbiculata</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Chor	-	-	-	-	3	1	0,0099	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Copaifera coriacea</i> Mart.	Coco	1	1	0,0316	0,82	-	-	-	-	10	3	0,0307	2,39	-	-	-	-
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Cola	-	-	-	-	8	4	0,1805	4,47	-	-	-	-	1	1	0,0027	0,39
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Dami	-	-	-	-	-	-	-	-	19	8	0,0883	5,70	-	-	-	-
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	Diga	13	6	0,1023	4,84	-	-	-	-	43	10	0,3231	11,60	8	4	0,0341	2,08
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth. A	Dimo	1	1	0,0030	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Dial	1	1	0,0097	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Engu	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0021	0,47	1	1	0,0140	0,49
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Hycu	1	1	0,0046	0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. Ex Hayne A	Hyst	16	6	0,1774	5,95	2	2	0,0238	1,35	-	-	-	-	9	5	0,0538	2,61
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Maac	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	0,0852	2,28
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	Maop	-	-	-	-	1	1	0,0024	0,58	-	-	-	-	6	5	0,1516	3,22
<i>Martiodendron mediterraneum</i> (Mart. Ex Benth.) R.C.Koeppen	Mame	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	0,0166	1,04	-	-	-	-
<i>Mimosa clausenii</i> Benth.	Micl	-	-	-	-	1	1	0,0033	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plathymania reticulata</i> Benth. A	Plre	3	2	0,0751	1,87	-	-	-	-	24	7	0,1356	6,42	6	5	0,0680	2,49

Nome científico	Código	RP				RN				CP				CN			
		DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Ptem	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	0,0210	1,78	-	-	-	-
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	Ptpu	-	-	-	-	1	1	0,0424	0,99	-	-	-	-	8	6	0,1274	3,45
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Stad	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0024	0,47	-	-	-	-
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	Stro	1	1	0,0079	0,58	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	0,0124	0,83
<i>Tachigali aurea</i> Tul. CA	Taca	14	7	0,0995	5,32	33	5	0,4115	9,81	4	2	0,0167	1,29	28	10	0,2576	7,36
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G. Silva & H. C. Lima	Tavu	-	-	-	-	-	-	-	-	26	6	0,1870	6,89	72	10	0,8200	15,89
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke CA	Vama	1	1	0,0095	0,60	2	2	0,0243	1,35	34	9	0,1351	8,08	7	4	0,0337	1,99
Icacinaceae																	
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers C	Emni	2	1	0,0269	0,89	1	1	0,0595	1,17	24	6	0,3949	9,23	1	1	0,0024	0,38
Lamiaceae																	
<i>Vitex polygama</i> Cham.	Vipo	1	1	0,0147	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lauraceae																	
Lauraceae 1	Laur	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	0,0043	0,59	-	-	-	-
Loganiaceae																	
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	Stps	4	2	0,0711	1,95	-	-	-	-	4	3	0,0569	2,12	-	-	-	-
Lythraceae																	
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil A	Lapa	1	1	0,0115	0,62	5	1	0,0592	1,56	-	-	-	-	9	6	0,0229	2,62
Malpighiaceae																	
<i>Banisteriopsis latifolia</i> (A.Juss.) B.Gates	Bala	-	-	-	-	18	6	0,1330	5,88	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth CA	Byco	2	2	0,0308	1,31	28	7	0,1764	7,78	38	10	0,1634	9,16	85	10	0,4630	13,86
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Bycr	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0131	0,60	-	-	-	-
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss. C	Bypa	75	10	0,7706	20,33	35	5	0,1778	7,60	9	4	0,0311	2,64	41	10	0,2648	8,50
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC. A	Byve	-	-	-	-	2	1	0,0074	0,73	2	2	0,0052	0,95	1	1	0,0286	0,61
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss. C	Heby	25	6	0,1404	6,63	8	6	0,0476	4,00	2	1	0,0046	0,60	20	8	0,0688	4,49
Malvaceae																	
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A. Robyns CA	Ergr	1	1	0,0039	0,54	26	7	0,2133	7,96	4	2	0,0434	1,61	1	1	0,0115	0,46
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Encl.	Erpu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	0,0126	0,84
<i>Eriotheca</i> sp. 1	Ersp	6	4	0,1712	3,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	Pslo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	0,0341	1,75

Nome científico	Código	RP				RN				CP				CN			
		DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI
Marcgravinaceae																	
<i>Schwartzia adamantium</i> (Cambess.) Bedell ex Gir.-Cañas	Noad	-	-	-	-	33	9	0,8944	16,60	-	-	-	-	-	-	-	-
Melastomataceae																	
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Mial	8	4	0,0377	2,85	-	-	-	-	2	2	0,0049	0,94	2	2	0,0065	0,78
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	Mife	13	5	0,0929	4,37	8	2	0,0675	2,40	-	-	-	-	3	1	0,0364	0,84
<i>Miconia leucarpa</i> DC.	Mile	1	1	0,0020	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mouriri</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.	Mogu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	0,0373	1,41
<i>Mouriri pusa</i> Gardner	Mopu	1	1	0,0183	0,68	-	-	-	-	31	9	1,4586	23,92	-	-	-	-
<i>Tibouchina papyrus</i> (Pohl) Toledo	Tipa	-	-	-	-	39	7	0,2072	9,21	-	-	-	-	-	-	-	-
Moraceae																	
<i>Brosimum gaudchaudii</i> Trécul A	Brga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	0,0091	1,25
Myrtaceae																	
<i>Eugenia aurata</i> O.Berg.	Euau	-	-	-	-	5	2	0,0232	1,64	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Eudy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4	0,0377	1,94
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Mymu	21	4	0,2477	6,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC. (C)	Mysp	6	3	0,1247	3,10	9	5	0,0532	3,70	113	10	0,7006	23,06	9	3	0,0399	1,93
<i>Myrcia</i> sp. 1	Myrc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	0,0256	1,03
Myrtaceae 1	Myr1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	8	0,1095	4,27
Myrtaceae 2	Myr2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	0,0294	1,51
<i>Psidium myrsinites</i> DC.	Psmu	86	10	0,8132	22,04	10	4	0,0501	3,32	-	-	-	-	20	8	0,1129	4,88
<i>Psidium guianense</i> Sw.	Pspo	-	-	-	-	34	8	0,1406	8,47	-	-	-	-	-	-	-	-
Nyctaginaceae																	
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. Ex Schmidt) Lundell	Gugr	-	-	-	-	3	3	0,0244	1,90	28	6	0,0931	5,95	-	-	-	-
<i>Neea theifera</i> Oerst.	Neth	1	1	0,0035	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ochnaceae																	
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	Ouca	1	1	0,0064	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ouratea riedeliana</i> Engl.	Ouri	2	2	0,0114	1,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill. CA	Ouhe	24	8	0,2090	7,97	5	2	0,0182	1,59	43	9	0,2242	10,05	39	9	0,1655	7,19
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	Ousp	4	4	0,0168	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nome científico	Código	RP				RN				CP				CN				
		DA	F	DoA	IVI													
Olacaceae																		
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	Heov	2	1	0,0100	0,72	-	-	-	-	7	4	0,0221	2,33	-	-	-	-	-
Opiliaceae																		
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	Agbr	6	3	0,0281	2,13	1	1	0,0056	0,61	4	2	0,0098	1,20	-	-	-	-	-
Proteaceae																		
<i>Roupala montana</i> Aubl. A	Romo	2	2	0,0184	1,18	-	-	-	-	3	1	0,0076	0,73	-	-	-	-	-
Rubiaceae																		
<i>Chomelia ribesoides</i> Benth. ex A.Gray	Chri	23	7	0,2042	7,42	4	3	0,0181	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cordia</i> cf. <i>elliptica</i> (Cham.) Kuntze	Coel	-	-	-	-	23	7	0,1164	6,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	Feel	5	2	0,1256	2,61	9	2	0,0518	2,34	-	-	-	-	29	8	0,1894	6,29	-
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	Pari	4	2	0,0215	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	0,0064	0,78	-
Rubiaceae 1	Rub1	7	3	0,0364	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubiaceae 2	Rub2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	0,0074	0,79	-
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schlttdl.) K. Schum. A	Tofo	12	5	0,0586	3,91	-	-	-	-	1	1	0,0032	0,48	3	3	0,0090	1,17	-
Salicaceae																		
<i>Casearia sylvestris</i> Sw. A	Casy	9	5	0,0361	3,33	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5	0,0257	2,20	-
Sapindaceae																		
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Mapu	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	0,0080	0,74	6	4	0,0605	2,14	-
Sapotaceae																		
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk. A	Pora	-	-	-	-	8	2	0,1230	2,97	29	7	0,2475	8,27	21	9	0,1325	5,41	-
<i>Pouteria</i> sp. 1	Pou1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	0,0130	1,04	-	-	-	-	-
Sapotaceae 1	Sap1	1	1	0,0027	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simaroubaceae																		
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	Sive	4	2	0,0294	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	0,0112	1,19	-
Solanaceae																		
<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	Soli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0022	0,38	-
Styracaceae																		
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Stfe	-	-	-	-	2	2	0,0116	1,22	1	1	0,0026	0,47	-	-	-	-	-
Symplocaceae																		
<i>Symplocos</i> sp. 1	Symp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0072	0,43	-

Nome científico	Código	RP				RN				CP				CN			
		DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI	DA	F	DoA	IVI
Urticaceae																	
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Ceho	1	1	0,0101	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cecropia</i> sp. 1	Cesp	1	1	0,0039	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Velloziaceae																	
<i>Vellozia squamata</i> Pohl	Vesq	3	1	0,0144	0,88	204	10	1,0357	35,67	-	-	-	-	17	5	0,0604	3,33
Vochysiaceae																	
<i>Callisthene</i> cf. <i>minor</i> Mart	Cami	17	5	0,4434	8,36	22	2	0,2534	5,73	11	3	0,0467	2,68	-	-	-	-
<i>Callisthene major</i> Mart & Zucc.	Cama	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	8	0,5357	14,43
<i>Qualea grandiflora</i> Mart. A	Qugr	16	4	0,2247	5,66	-	-	-	-	7	4	0,0927	3,19	148	10	1,5295	28,35
<i>Qualea multiflora</i> Mart. A	Qumu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,0042	0,40
<i>Qualea parviflora</i> Mart. CA	Qupa	94	10	1,9008	33,91	103	10	1,6009	31,37	39	9	0,6906	15,34	92	10	1,3964	22,57
<i>Salvertia convalariodora</i> A.St.-Hil.	Saco	28	7	0,4524	10,50	-	-	-	-	9	4	0,2023	4,73	22	7	0,3617	6,93
<i>Vochysia divergens</i> Pohl	Vodi	-	-	-	-	-	-	-	-	66	10	0,4719	15,67	-	-	-	-
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	Voel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4	0,0370	2,19
<i>Vochysia gardneri</i> Warm.	Voga	23	5	0,1598	6,21	77	9	0,6921	18,93	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Voru	3	2	0,0170	1,29	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	0,0087	0,88
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	Voth	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	0,0122	1,56
Total		857	-	9,9469	-	997	-	9,6797	-	1.021	-	8,2042	-	1.210	-	11,4828	-

2.3.2 Diversidade

A comunidade RN foi a menos diversa, independente da medida de diversidade utilizada (Figura 2.5). Sendo as comunidades CN, RN e CP se alternando em posição de quem é mais ou menos diversa à medida que alfa aumenta. Os indivíduos de CP estariam equitativamente distribuídos entre as espécies, tornando-o mais diverso que os demais sítios quando analisamos $\alpha > 2$ (Figura 2.5). No entanto quando analisamos $\alpha < 2$ o CP torna-se menos diverso que os sítios CN e RP (Figura 2.5). Esses dois últimos teriam diversidade semelhante, independente da medida de diversidade avaliada, podendo-se inferir semelhança na riqueza e na equabilidade.

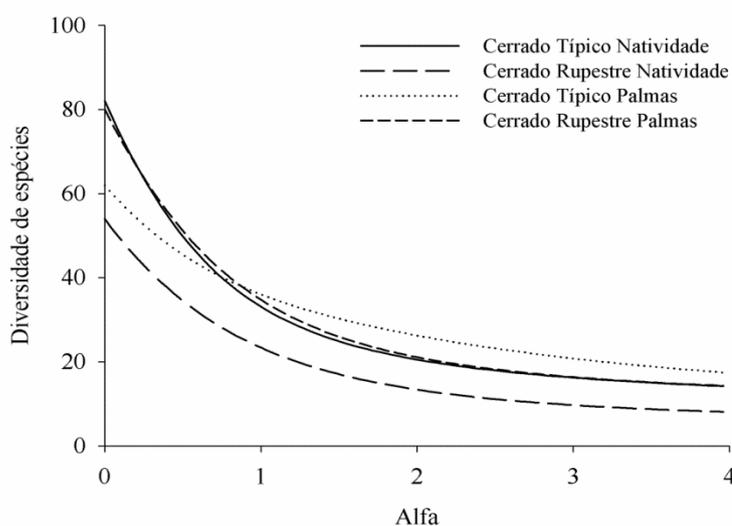


Figura 2.5 - Perfis de diversidade segundo a série de Rényi, com base na vegetação arbustivo-arbórea ($Db_{30} \geq 5\text{cm}$) amostrada em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins.

2.3.3 Estrutura

A densidade variou de 857 a 1.210 indivíduos por hectare entre os sítios de Cerrado Típico (CP e CN) e de Cerrado Rupestre (RP e RN) (Tabela 2.1). Os sítios de mesma fitofisionomia tiveram pequenas diferenças quanto à densidade total, sendo os menores valores registrados para os sítios de Cerrado Rupestre. As áreas de Cerrado Típico tiveram o maior (CN = $11,48 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) e menor (CP = $8,20 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) valor de área basal, sendo os valores intermediários pertencentes aos sítios de Cerrado Rupestre (Tabela 2.1).

Quanto aos parâmetros fitossociológicos as 10 espécies com os maiores IVI (Figura 2.6) somam 46% (CP), 54% (RP), 59% (CN) e 66% (RN) da densidade total, 31% (CP), 30% (RP), 21% (CN) e 38% (RN) da frequência, 63% (CP), 64% (RP), 71% (CN) e 69% (RN) da área basal total. Juntas elas somam 46%, 49%, 52% e 58% do IVI total das comunidades CP, RP, CN e RN, respectivamente.

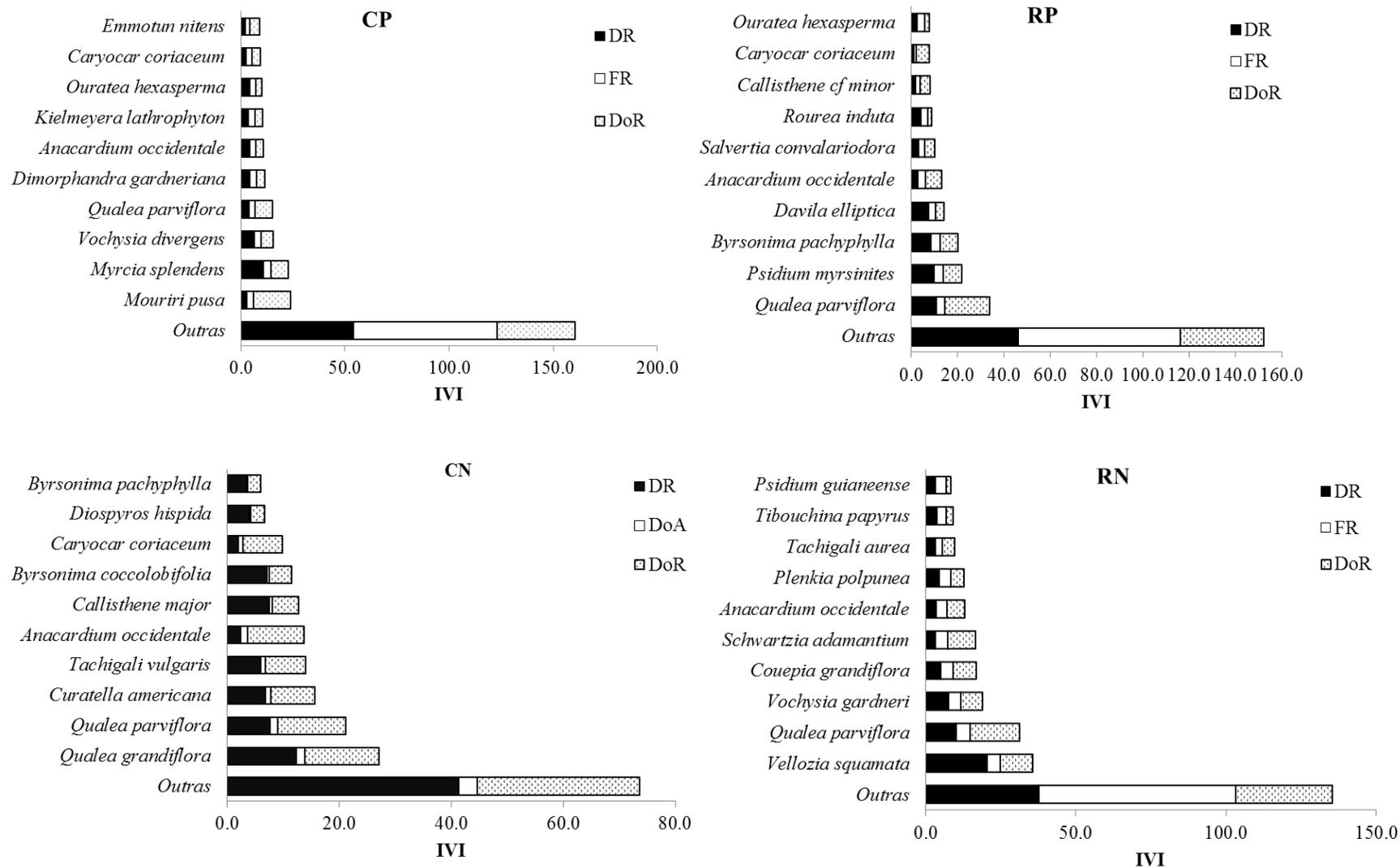


Figura 2.6 - Proporção dos parâmetros fitossociológicos para as dez espécies arbustivo-arbóreas ($Db_{30} \geq 5$ cm) mais importantes segundo o Índice de Valor de Importância (IVI), em áreas de Cerrado Típico (CP = Cerrado Típico Palmas e CN = Cerrado Típico Natividade) e de Cerrado Rupestre (RP = Cerrado Rupestre Palmas e RN Cerrado Rupestre Natividade) no Estado do Tocantins. DR = Densidade Relativa, FR = Frequência Relativa e DoR = Dominância Relativa.

Analisando o comportamento das espécies comuns aos quatro sítios notamos que *Qualea parviflora* demonstra o mesmo comportamento na estruturação das comunidades e que *Anacardium occidentale* possui o mesmo comportamento de poucos indivíduos com elevada área basal exceto no CP. *Caryocar coriaceum* presente em três sítios (CP, RP e CN) apresentou o mesmo comportamento, poucos indivíduos com elevada área basal. Notamos também que a composição de espécies que estruturam os quatro sítios é diferente com apenas duas espécies comuns estruturando as quatro comunidades.

A distribuição dos indivíduos nas classes de diâmetro tendeu ao formato J-invertido em todos os sítios amostrados, concentrando a maioria dos indivíduos na primeira classe (Figura 2.7). Com destaque para CP e CN que concentraram 75 e 67% dos indivíduos na primeira classe diamétrica, respectivamente. Quanto à distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro, todos os pares tiveram diferença significativa, exceto entre os pares RN/ RP e CN/ RN (Tabela 2.3).

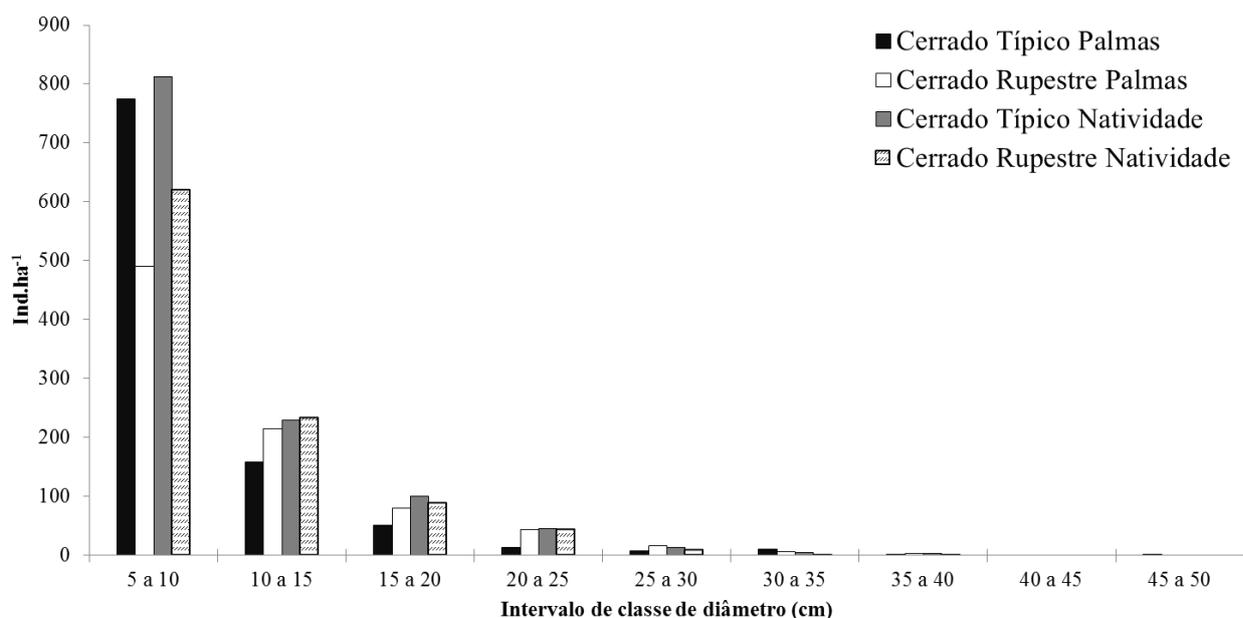


Figura 2.7 - Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos ($Db_{30} \geq 5$ cm) em classe de diâmetro amostrados em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre, no Estado de Tocantins.

Quanto à distribuição dos indivíduos em classes de altura (Figura 2.8), a diferença foi significativa para todas as comparações, exceto entre as áreas de Cerrado Rupestre, RP e RN (Tabela 2.3). A maioria dos indivíduos do CP (49%), RP (55%) e CN (38%) tiveram altura entre 2,5 e 3,5 m, sendo que para RN (54%) a maioria dos indivíduos alcançou entre 1,5 a 2,5 m (Figura 2.8).

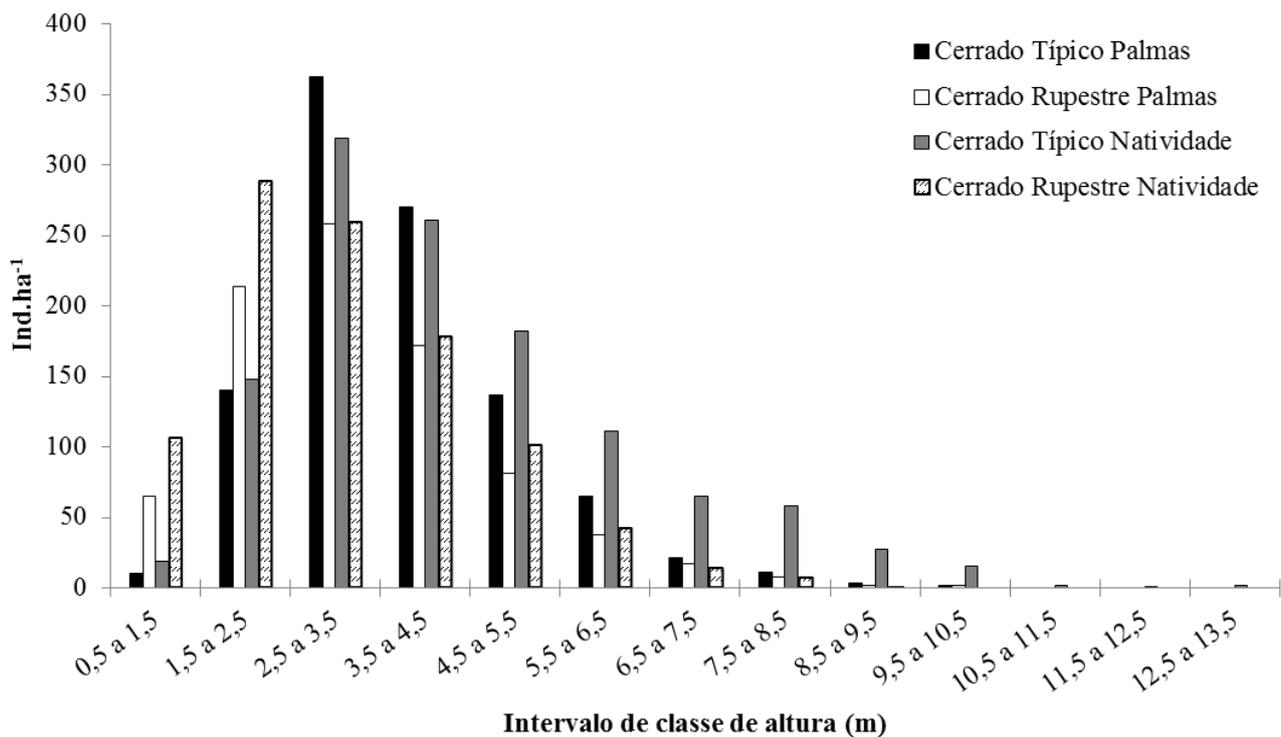


Figura 2.8 - Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos ($Db_{30} \geq 5$ cm) em classe de altura amostrados em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre, no Estado de Tocantins.

A altura mediana foi de 3,45 m no CP, 3,0 m no RP, 3,9 m no CN e 2,9 m no RN. A altura máxima foi 10 m (*Mouriri pusa*) no CP, 10,1 m (*Bowdichia virgilioides* Kunth) no RP, 13,1 m (*Qualea parviflora*) no CN e 9,2 m (*Bowdichia virgilioides*) no RN. Já a altura mínima foi de 1,3 m (*Davilla elliptica* A.St.-Hil.) no CP, 0,5 m (*Syagrus comosa* (Mart.) Mart.) no RP, 0,6 m (*Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc.) no CN e 0,4 m (*Schwartzia adamantium*) no RN.

Tabela 2.3 - Comparações das distribuições dos indivíduos em classes de diâmetro e de altura entre os sítios de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre, no Estado de Tocantins. Diagonal superior = teste de qui-quadrado, Diagonal inferior = p-bilateral. CP = Cerrado Típico Palmas, RP = Cerrado Rupestre Palmas, CN = Cerrado Típico Natividade, RN = Cerrado Rupestre Natividade.

Área	Diâmetro				Altura			
	CP	RP	CN	RN	CP	RP	CN	RN
CP	-	64,6967	16,7675	37,4376	-	59,4738	48,8852	124,3686
RP	< 0,01	-	19,7921	4,6277	< 0,01	-	101,5462	8,9379
CN	< 0,01	< 0,01	-	5,2945	< 0,01	< 0,01	-	144,6024
RN	< 0,01	> 0,05	> 0,05	-	< 0,01	> 0,05	< 0,01	-

Os diâmetros medianos para as comunidades CP, RP, CN e RN, foram, 7,0 cm, 9,2 cm, 7,7 cm e 8,5 cm, respectivamente. O diâmetro máximo foi de 47,7 cm (*Mouriri pusa*) para o CP, 38,3 cm (*Caryocar coriaceum*) para o RP, 37,5 cm (*Anacardium occidentale*) para o CN e de 40,0 cm (*Schwartzia adamantium*) para o RN. Os valores das medianas de diâmetro entre os sítios foi

significativamente diferente pelo teste de Kruskal-Wallis ($H_c = 135,2$; $p < 0,05$) e Mann-Whitney ($p < 0,05$). Resultados semelhantes foram observados para a altura, Kruskal-Wallis ($H_c = 342,2$; $p < 0,05$) e Mann-Whitney ($p < 0,05$). Sugerindo que os sítios tem estrutura diamétrica e de altura diferentes.

2.3.4 Similaridade florística

Os agrupamentos e espécies indicadoras geradas pela classificação de TWINSpan usando os dados de presença e ausência foram coincidentes com o resultado obtido usando os dados de abundância das espécies, por isso optamos pelos resultados obtidos com os dados de abundância das espécies. A primeira divisão da classificação por TWINSpan (autovalor de 0,479) separou as parcelas do RN (11 a 20) das demais parcelas (RP, CP e CN), exceto a parcela 12 que ficou junto com as de RP na terceira divisão, sendo *Schwartzia adamantium* a espécie indicadora do RN (Figura 2.9). A segunda divisão (autovalor de 0,432) separou as parcelas do CP (21 a 30) das demais parcelas (RP e CN), com exceção da parcela 1 do RP que ficou junto ao grupo CP, sendo *Vochysia divergens* Pohl a espécie indicadora do CP (Figura 2.9). A terceira divisão (autovalor de 0,403) separou as parcelas do CN das parcelas do RP, sendo *Curatella americana* L. a espécie indicadora do CN (Figura 2.9).

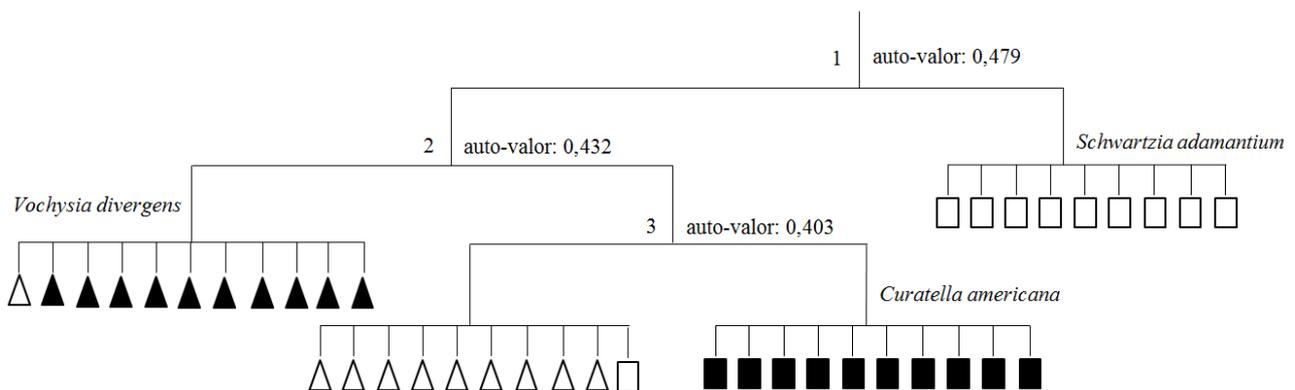


Figura 2.9 - Classificação pelo TWINSpan das 40 parcelas (20 x 50m) amostradas em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins. Cerrado Típico Palmas (▲), Cerrado Rupestre Palmas (△), Cerrado Típico Natividade (■) e Cerrado Rupestre Natividade (□). As espécies listadas foram consideradas com indicadoras de cada grupo.

Com isso, além das diferenças na composição florística e na diversidade de espécies, a abundância das espécies nas áreas (tamanho das populações) aparece também como fator de diferenciação entre as quatro comunidades. Os grupos formados na análise TWINSpan foram consistentes segundo a ANOSIM, pois o valor do coeficiente de Bray-Curtis ($R = 0,90$) indicou elevada dissimilaridade entre os grupos, com alto grau de significância ($p = 0,0001$).

Das 144 espécies amostradas (Tabela 2.2), 66 (45,8%) apresentaram preferência significativa por um dos quatro sítios, sendo 22 (15%) para o CP (p. ex. *Bowdichia virgilioides* e *Vochysia divergens*), 12 (8%) para o RP (p. ex. *Psidium myrsinites* e *Chomelia ribesioides*), 19 (13%) para o CN (p. ex. *Callisthene major* e *Curatella americana*) e 13 (9%) para o RN (p. ex. *Schwartzia adamantium*, *Tibouchina papyrus* e *Vellozia squamata*) (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 – Análise de espécies indicadoras (ISA) realizada com base na lista de espécies registradas nos sítios de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre, no Estado de Tocantins e no valor de abundância das espécies em cada sítio. VIO = valor indicador observado; VIE = valor indicador esperado; *s* = desvio padrão; *p* = significância; CP = Cerrado Típico de Palmas; RP = Cerrado Rupestre de Palmas; CN = Cerrado Típico de Natividade; RN = Cerrado Rupestre de Natividade.

Áreas Espécies	VIO	VIE			Abundância			
		Média	<i>s</i>	<i>p</i>	RP	RN	CP	CN
CP								
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	65.7	21.4	7.19	0.0002	11	16	73	0
<i>Dalbergia miscolobium</i>	80.0	17.5	7.98	0.0002	0	0	100	0
<i>Dimorphandra gardneriana</i>	67.2	23.4	6.06	0.0002	20	0	67	12
<i>Hirtella ciliata</i>	68.6	19.1	7.94	0.0002	14	0	86	0
<i>Kielmeyera lathrophyton</i>	84.1	19.3	6.80	0.0002	5	11	84	0
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	85.1	18.4	7.23	0.0002	5	0	95	0
<i>Mouriri pusa</i>	87.2	17.6	7.17	0.0002	3	0	97	0
<i>Myrcia splendens</i>	82.5	26.3	7.54	0.0002	4	7	82	7
<i>Vatairea macrocarpa</i>	69.5	22.9	7.81	0.0002	2	5	77	16
<i>Vochysia divergens</i>	100.0	17.0	6.77	0.0002	0	0	100	0
<i>Plathymenia reticulata</i>	50.9	20.0	6.67	0.0010	9	0	73	18
<i>Bowdichia virgilioides</i>	49.2	26.1	5.66	0.0012	9	17	55	19
<i>Emmotum nitens</i>	51.4	16.8	7.25	0.0012	7	4	86	4
<i>Guapira graciliflora</i>	54.2	16.9	7.48	0.0012	0	10	90	0
<i>Andira vermifuga</i>	47.6	22.4	6.38	0.0024	17	17	60	7
<i>Andira cujabensis</i>	40.6	15.5	7.24	0.0098	19	0	81	0
<i>Kielmeyera coriacea</i>	36.7	16.1	6.70	0.0134	13	7	73	7
<i>Handroanthus ochraceus</i>	36.7	18.3	6.89	0.0266	33	6	61	0
<i>Heisteria ovata</i>	31.1	13.2	6.69	0.0340	22	0	78	0
RP								
<i>Psidium myrsinites</i>	74.1	25.2	6.49	0.0002	74	9	0	17
<i>Chomelia ribesioides</i>	59.6	17.4	7.16	0.0008	85	15	0	0
<i>Rourea induta</i>	58.0	20.8	6.77	0.0010	73	10	4	14
<i>Syagrus comosa</i>	55.7	14.7	6.92	0.0014	93	0	0	7
<i>Davilla elliptica</i>	47.7	25.7	6.72	0.0078	60	0	14	27
<i>Myrcia multiflora</i>	40.0	12.5	6.91	0.0092	100	0	0	0
<i>Ouratea spectabilis</i>	40.0	11.5	6.09	0.0098	100	0	0	0
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	46.9	30.0	6.30	0.0178	47	22	6	26
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	35.6	18.8	6.42	0.0248	59	7	0	33
<i>Tocoyena formosa</i>	37.5	16.6	7.13	0.0254	75	0	6	19
<i>Miconia ferruginata</i>	27.1	15.4	6.63	0.0432	54	33	0	13

Áreas	Espécies	VIO	VIE			Abundância			
			Média	s	p	RP	RN	CP	CN
	<i>Handroanthus serratifolius</i>	30.0	10.1	6.60	0.0488	100	0	0	0
	CN								
	<i>Callisthene major</i>	80.0	16.2	7.28	0.0002	0	0	0	100
	<i>Curatella americana</i>	100.0	16.9	6.62	0.0002	0	0	0	100
	<i>Diospyros hispida</i>	71.2	22.7	6.68	0.0002	23	2	5	71
	<i>Erythroxylum tortuosum</i>	84.4	17.6	7.35	0.0002	0	6	0	94
	<i>Qualea grandiflora</i>	86.5	23.3	6.92	0.0002	9	0	4	87
	<i>Tachigali vulgaris</i>	73.5	21.2	6.55	0.0002	0	0	27	73
	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	55.6	28.7	5.63	0.0006	1	18	25	56
	<i>Ferdinandusa elliptica</i>	54.0	18.7	6.79	0.0008	12	21	0	67
	<i>Pterodon pubescens</i>	53.3	14.4	6.77	0.0012	0	11	0	89
	<i>Hancornia speciosa</i>	47.9	22.4	6.48	0.0032	2	0	45	53
	<i>Machaerium opacum</i>	42.9	13.4	6.51	0.0072	0	14	0	86
	<i>Eugenia dysenterica</i>	40.0	11.7	6.30	0.0090	0	0	0	100
	<i>Erythroxylum deciduum</i>	40.0	11.8	6.10	0.0096	0	0	0	100
	<i>Vochysia thyrsoidea</i>	40.0	11.6	6.25	0.0098	0	0	0	100
	<i>Vochysia elliptica</i>	40.0	12.6	6.82	0.0106	0	0	0	100
	<i>Machaerium acutifolium</i>	40.0	12.0	6.26	0.0110	0	0	0	100
	<i>Pseudobombax longiflorum</i>	40.0	11.6	6.31	0.0126	0	0	0	100
	<i>Lafoensia pacari</i>	36.0	16.2	7.35	0.0274	7	33	0	60
	<i>Magonia pubescens</i>	26.7	12.7	6.44	0.0368	0	0	33	67
	<i>Astronium fraxinifolium</i>	30.0	10.1	6.54	0.0470	0	0	0	100
	<i>Brosimum gaudchaudii</i>	30.0	10.9	6.14	0.0482	0	0	0	100
	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	30.0	10.1	6.60	0.0486	0	0	0	100
	RN								
	<i>Cordia cf. elliptica</i>	70.0	14.6	6.73	0.0002	0	100	0	0
	<i>Couepia grandiflora</i>	88.3	16.8	6.54	0.0002	0	98	0	2
	<i>Schwartzia adamantium</i>	90.0	15.9	6.48	0.0002	0	100	0	0
	<i>Plenckia populnea</i>	86.2	18.8	7.46	0.0002	0	96	0	4
	<i>Psidium guianense</i>	80.0	15.4	6.78	0.0002	0	100	0	0
	<i>Tibouchina papyrus</i>	70.0	14.4	6.57	0.0002	0	100	0	0
	<i>Vellozia squamata</i>	91.1	22.9	7.85	0.0002	1	91	0	8
	<i>Vochysia gardneri</i>	69.3	19.7	6.46	0.0002	23	77	0	0
	<i>Banisteriopsis latifolia</i>	60.0	14.0	6.75	0.0004	0	100	0	0
	<i>Wunderlichia cruelsiana</i>	60.0	13.3	6.43	0.0006	0	100	0	0
	<i>Eriotheca gracilipes</i>	56.9	19.2	7.78	0.0022	3	81	13	3
	<i>Erythroxylum suberosum</i>	40.0	22.5	6.49	0.0146	28	50	20	3
	<i>Copaifera langsdorffii</i>	35.6	13.2	6.82	0.0244	0	89	0	11

2.4 DISCUSSÃO

2.4.1 Riqueza e composição florística

A variação na riqueza registrada nos quatro sítios está dentro do valor encontrado para áreas de Cerrado *stricto sensu*, cuja riqueza é normalmente menor do que 100 espécies por hectare (FELFILI et al., 1993). Apesar da verificação dessa variação, não foi possível identificar tendência de que o Cerrado Típico tivesse riqueza superior ao Cerrado Rupestre, demonstrando que o afloramento rochoso pode não ser fator limitante no estabelecimento de espécies, corroborando com demais estudos que indicam semelhanças em termos de riqueza dessas duas formações (PINTO et al., 2009; LIMA et al., 2010; MARACAHIPES et al., 2011; ABREU et al., 2012).

A diferença significativa na riqueza, com esforço amostral padronizado, demonstrou a particularidade florística de cada uma das áreas, corroborando com os resultados encontrados por Felfili et al. (2002), Assunção & Felfili (2004), Moura et al. (2007), Pinto et al. (2009), Maracahipes et al. (2011) e Abreu et al. (2012). O número de espécies amostrado para as duas áreas de Cerrado Rupestre encontra-se tanto no limite inferior quanto no superior observado e outras áreas de Cerrado Rupestre estudadas no Brasil Central (AMARAL et al., 2006; MIRANDA, 2008; PINTO et al., 2009; SANTOS et al., 2012a). A elevada riqueza encontrada no Cerrado Rupestre de Palmas e a ocorrência de espécies como *Cenostigma tocantinum* no CP sugerem a influência do bioma Adjacente, Floresta Amazônica, visto que o Tocantins situa-se numa região de encontro de três grandes biomas: Floresta Amazônica, Cerrado e Caatinga (IBGE, 1992). A influência do bioma adjacente sobre a composição florística já vinha sendo apontada por Felfili et al. (2002).

Dentre as famílias que mais contribuíram com a riqueza de espécies, Fabaceae e Myrtaceae se destacaram por serem consideradas como as mais ricas do Cerrado (MENDONÇA et al., 2008) sendo sua representatividade em áreas de Cerrado *stricto sensu* já foi apontada por outros estudos (ASSUNÇÃO & FELFILI, 2004; PINTO et al., 2009; MOURA et al., 2010; SANTOS et al., 2012a). Essa concentração de riqueza em poucas famílias é característica da vegetação do Cerrado *stricto sensu* (MOURA et al., 2010), sendo que as espécies da família Fabaceae, segundo Goodland (1979), são fixadoras de nitrogênio e as espécies da família Vochysiaceae são acumuladoras de alumínio (HARIDASAN, 2000) o que representaria vantagem competitiva nos solos distróficos do Cerrado. A predominância de dispersão pelo vento (anemocoria) nas espécies da família Fabaceae poderia explicar a ampla ocorrência dessa família nesses ambientes (GENTRY, 1995).

Das 38 espécies consideradas de ampla distribuição no bioma Cerrado (RATTER et al., 2003) 35 foram registradas no presente estudo. As espécies *Annona coriacea*, *Dimorphandra*

mollis, *Qualea multiflora* e *Tabebuia aurea* apesar de serem consideradas de ampla distribuição por esses autores, foram consideradas raras no presente estudo por ocorrerem com apenas um indivíduo nos quatro hectares amostrados. A presença de espécies características de ambientes florestais, tanto nos sítios de Cerrado Típico como nos de Cerrado Rupestre, como *Emmotum nitens*, *Callisthene major* e *Protium heptaphyllum*, corrobora com o afirmado por Felfili & Fagg (2007) e Moura et al. (2010), de que a ocorrência de diferentes micro-habitats nas fendas das rochas onde ocorre o acúmulo de matéria orgânica é suficiente para ocorrência de espécies higrófilas e que exigem solo mais fértil. Destaca-se também a ocorrência de espécies típicas de Cerrado *stricto sensu* como *Plenckia populnea* Reissek (CN e RN) e *Roupala montana* Aubl. (CP e RP) e de espécies acaule como *Syagrus flexuosa* (RP e CN), *Syagrus comosa* (RP e CN) e *Vellozia squamata* (CN, RN e RP). Corroborando para a afirmação de que a flora tanto do Cerrado Típico como do Cerrado Rupestre possuem elementos das outras fitofisionomias do bioma.

Destaca-se, no RN, a ocorrência de espécies habitat especialistas com distribuição restrita a ambientes rochosos como *Schwartzia adamantium*, *Wunderlichia cruelsiana* Taub. e *Tibouchina papyrus* (RATTER et al., 2000; PINTO et al., 2009), demonstrando sua particularidade florística. *Mimosa clausenii* Benth. foi considerada por Munhoz & Proença (1998) como espécie endêmica de áreas rupestres de altitude e por Ratter et al. (2003) como de distribuição rara. *Tibouchina papyrus* até então considerada restrita a algumas serras do estado de Goiás (MUNHOZ & PROENÇA, 1998; MOURA et al., 2010) foi encontrada no presente estudo e observada por Montoro et al. (2007) e Maracahipes et al. (2012) na Serra da Natividade (Tocantins), tendo então sua ocorrência ampliada para o Estado de Tocantins e de Mato Grosso. Apesar da similaridade quanto à riqueza de espécies entre fitofisionomias e da representatividade dessa riqueza em termos do bioma Cerrado, o elevado número de espécies de distribuição restrita e o baixo número de espécies compartilhadas entre as áreas amostradas demonstram a particularidade florística de cada área, com destaque para o RN que possui espécies consideradas indicadoras de ambientes rupestres.

2.4.2 Diversidade

A particularidade florística de cada área foi reforçada quando analisamos o perfil de diversidade onde percebemos que três das quatro curvas se cruzam, demonstrando que essas comunidades não são comparáveis em termos de diversidade, segundo Tóthmérész (1995). O RN possui menor diversidade quando comparado às outras áreas, independente da medida de diversidade utilizada, sugerindo que essa comunidade possui menor riqueza e/ ou baixa equabilidade. O CN se destaca por ter elevado número de espécies exclusivas (35%), próximo aos

40% encontrados para o Cerrado *sensu lato* por Bridgewater et al. (2004), sendo o RN e CP com o menor número de espécies exclusivas (11%), indicando que as áreas com maior riqueza apresentaram mais espécies exclusivas que as áreas de menor riqueza. Podemos atribuir este percentual a heterogeneidade ambiental do Cerrado (CASTRO & MARTINS, 1999; SILVA et al., 2006) a qual confere padrão de variação florística no componente lenhoso (DURIGAN et al., 2003).

2.4.3 Estrutura

A densidade encontrada tanto para o Cerrado Típico como para o Cerrado Rupestre está dentro do comumente descrito para áreas de Cerrado sobre solo profundo e sobre afloramento rochoso, de 600 a 1.200 ind.ha⁻¹ (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 2001). A concentração das maiores densidades no Cerrado Típico e das menores no Cerrado Rupestre sugere que o afloramento rochoso limitou e/ ou condicionou o estabelecimento dos indivíduos (RIBEIRO & WALTER, 2008).

A área basal não apresentou tendência de ser maior nas áreas de Cerrado Típico, visto que CP foi o que apresentou a menor área basal, corroborando os resultados de outros estudos que não evidenciaram tendência para menores valores de área basal no Cerrado Rupestre (LIMA et al., 2010; GOMES et al., 2011; MARACAHIPES et al., 2011). Aparentemente o afloramento rochoso e o solo incipiente não são barreiras ao desenvolvimento de indivíduos lenhosos, corroborando com Lima et al. (2010) e Lenza et al. (2011). Sugerindo que possíveis diferenças nas condições ambientais são responsáveis pelas diferenças na estrutura e composição das comunidades como apontado por diversos autores (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 2005; CONCEIÇÃO et al., 2007; FELFILI et al., 2008; RIBEIRO & WALTER, 2008).

A concentração dos indivíduos na primeira classe diamétrica demonstra padrão comumente encontrado em ambientes tropicais (FELFILI et al., 1997), no Cerrado Típico (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 1988; FELFILI, 2001; ASSUNÇÃO & FELFILI, 2004) e no Cerrado Rupestre (AMARAL et al., 2006; PINTO et al., 2009; MOURA et al., 2010), com formato J reverso. Esse padrão pode ser explicado tanto pelo pequeno porte inerente a algumas espécies do Cerrado, como também pela forte tendência de equilíbrio entre as taxas de recrutamento e mortalidade, caracterizando assim comunidade autoregenerativa se não sofrer perturbações antrópicas (FELFILI, 2001).

Além disso, a distribuição dos indivíduos em classes de altura, tendendo a normalidade, com a maioria dos indivíduos entre 1.5m e 3.5m representa bem a comunidade savânica com indivíduos de pequeno porte (RIBEIRO & WALTER, 2008). Apesar da semelhança visual, o teste de

Kolmogorov-Smirnov mostrou que a diferença na distribuição dos indivíduos, tanto em classes de diâmetro e altura, no geral, foi significativa, exceto entre as duas comunidades de Cerrado Rupestre. Tal fato evidencia que a estrutura vertical das comunidades de Cerrado *stricto sensu* não são semelhantes mesmo sob condições semelhantes de substratos. A comparação das medianas de diâmetro e altura revelam que os sítios de Cerrado Rupestre possuem diâmetros maiores e alturas menores que os de Cerrado Típico, revelando a limitação do substrato no estabelecimento e altura dos indivíduos e não em sua área basal.

Considerando a posição das espécies no ranque do valor de importância (VI), *Qualea parviflora* e *Anacardium occidentale* posicionaram-se sempre entre as 10 de maior VI nos quatro sítios, alternando-se apenas na posição hierárquica. *A. occidentale* é considerada frequente no bioma Cerrado e *Q. parviflora* de ampla distribuição (RATTER et al. 2003) com ocorrência frequente no Cerrado Rupestre (RIBEIRO & WALTER, 2008). *Caryocar coriaceum* ficou entre as 10 espécies de maior VI em três sítios (RP, CP e CN). Ressaltamos que essa espécie foi indicadora do Grupo Norte-Nordeste classificado por Ratter et al. (2003). Isso demonstra a importância que essas espécies possuem na estrutura das comunidades estudadas.

Destaca-se a diferença entre na composição das espécies de maior VI entre os quatro sítios, por exemplo, *Dimorphandra gardneriana* (CP) é de ocorrência restrita ao Cerrado do Nordeste (CASTRO et al., 1998) demonstrando a influência dos biomas adjacentes (Caatinga) sobre a composição florístico-estrutural (LENZA et al., 2011). *Vochysia divergens* (CP) é considerada de distribuição restrita ao Cerrado Rupestre e Campo Sujo (RIBEIRO & WALTER, 2008) não tendo sido listada por Ratter et al. (2003). O RN demonstrou certa particularidade pela presença de *Vellozia squamata*, *Schwartzia adamantium*, *Tibouchina papyrus* e *Wunderlichia cruelsiana*, espécies típicas de ambientes rupestres e de altitude (RATTER et al., 2000; RIBEIRO & WALTER, 2008; PINTO et al., 2009) com elevada importância na estrutura da comunidade.

Além da diferença na composição florística, a semelhança no valor da riqueza, da densidade e da área basal entre as comunidades indica que o substrato pode não ser fator limitante para o estabelecimento e desenvolvimento de espécies e indivíduos (Tabela 1). Evidenciando assim, além da peculiaridade florística, particularidade estrutural para cada uma das áreas. Ou seja, além de serem diferentes floristicamente as espécies mais importantes na estruturação das comunidades também são diferentes, sugerindo que o substrato atua na seleção de espécies habitat especialistas que dominam a estrutura da comunidade promovendo diferenças na composição florística mesmo em escala local corroborando com Abreu et al. (2012).

2.4.4 Similaridade florística

A semelhança entre resultados gerados pela análise de classificação, somado aos resultados obtidos da análise da similaridade florística com base nos dados qualitativos e quantitativos, demonstram que a principal diferença entre as comunidades estudadas é principalmente a composição florística e não a densidade das populações. A distância geográfica parece não ter tanta influência na similaridade entre as áreas, visto que tanto áreas de mesma fitofisionomias distantes como de fitofisionomias diferentes próximas foram altamente dissimilares (auto-valor superior a 0,3). Reforçando o que já havia sido afirmado por Felfili & Felfili (2001) de que áreas próximas teriam similaridade reduzida quando as condições do substrato forem distintas, confirmando a peculiaridade florístico-estrutural de cada área. A separação do RN das demais áreas, inclusive do RP, encontrado sob mesma condição de substrato, pode estar relacionada a altitude que é apontada por Castro & Martins (1999) como um dos responsáveis pelo padrão florístico do Cerrado, corroborando também com os resultados encontrados em outros estudos (MUNHOZ & PROENÇA, 1998; MENDONÇA et al., 2008; RIBEIRO & WALTER, 2008; LENZA et al., 2011).

A ocorrência de espécies habitat especialista de ambientes rupestres e de altitude, como *Schwartzia adamantium*, *Wunderlichia cruelsiana* e *Tibouchina papyrus*, apenas no RN reforça a influência da altitude sobre a composição florística. As demais divisões geradas pela análise de classificação podem estar relacionadas com os fatores edáficos locais já que o CP, sobre solo mais arenoso e a proximidade com curso d'água (ver Capítulo 2), foi separado das demais áreas tendo como espécies indicadoras *Hirtella ciliata* e *Vochysia divergens*, tipicamente associadas a ambientes úmidos. Na terceira divisão o afloramento rochoso pode ter sido o responsável pela separação entre o CN e o RP, e a presença de *Callisthene major* e *Curatela americana*, espécies indicadoras de transição entre Cerrado *stricto sensu* e Cerradão, em CN sugere este sítio possui solos mais férteis. Esses resultados corroboram com a afirmação de que as características ambientais locais são as responsáveis pelo mosaico de formações do Cerrado e pela distribuição das espécies (RIBEIRO et al., 2008). A não formação de grupos com as mesmas características, como presença de afloramento, ou proximidade geográfica, indica que particularidades ambientais de cada localidade parecem exercer influência sobre a composição florístico-estrutural dessas comunidades.

2.5 CONCLUSÕES

As áreas amostradas tiveram riqueza elevada, não sendo registrada tendência de que os sítios de Cerrado Típico tivessem riqueza e diversidade de espécies do componente arbustivo-arbóreo superior aquelas dos sítios de Cerrado Rupestre. A particularidade florística de cada área foi demonstrada pelo pouco número de espécies compartilhadas. Sendo a diferença florístico-estrutural significativa, pois somente duas espécies comuns às quatro áreas foram determinantes na estrutura da comunidade. A distância geográfica e o substrato parecem não ter influenciado na dissimilaridade entre as áreas, visto que áreas distantes geograficamente e de fitofisionomia diferente foram mais similares que áreas próximas ou de mesma fitofisionomia.

3. VEGETAÇÃO ARBUSTIVO-ARBÓREA DE CERRADO TÍPICO E CERRADO RUPESTRE NO ESTADO DE TOCANTINS E SUAS RELAÇÕES COM OS COMPONENTES ESPACIAIS E AMBIENTAIS

3.1 INTRODUÇÃO

O mosaico diversificado das formações vegetais (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 1993) e a distribuição de espécies no Cerrado são influenciados por diversos fatores como altitude, clima (CASTRO & MARTINS, 1999), fertilidade, profundidade, saturação hídrica do solo (EITEN, 1993; FELFILI et al., 2004), geomorfologia (BENITES et al., 2007), topografia (SILVA et al., 2006), pela proximidade de biomas adjacentes (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 1995; MÉIO et al., 2003) e da interação entre esses fatores (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002). A heterogeneidade espacial da flora do Cerrado é confirmada por diversos estudos fitogeográficos (FELFILI et al., 1994; FELFILI & SEVILHA, 2001; FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 2001; BRIDGEWATER et al., 2004), mas os fatores responsáveis por essa heterogeneidade nas diferentes escalas geográficas são ainda pouco conhecidos.

Em geral, os fatores ambientais são estruturados no espaço regulando espacialmente a distribuição das espécies nas comunidades, (DRAY et al., 2006). Essa heterogeneidade espacial do Cerrado reflete-se na heterogeneidade vegetacional, principalmente em forma de fragmentos formando um mosaico do que de forma contínua, em ambas as escalas de paisagem e local (SILVA et al., 2006). Em escala de paisagem a diferenciação da vegetação dá-se por fatores como a altitude e o clima (SILVA et al., 2006; RATTER et al., 1997; CASTOR & MARTINS, 1997) e em escala local pela profundidade e fertilidade do solo (RIBEIRO & WALTER, 2008; SILVA et al., 2006).

Devido sua extensão territorial o Cerrado possui grande variação altitudinal e latitudinal, se estendendo entre 5° e 20° de latitude Sul e 45° a 60° de longitude Oeste com altitudes inferiores a 300 m a 1.600 m acima do nível do mar (RIBEIRO & WALTER, 2008; SILVA et al., 2008). Embora o relevo seja predominantemente plano ocorrem extensas áreas de relevo acidentado (RATTER & DARGIE, 1992; RATTER et al., 1996, 2000; RATTER et al., 2003). Devido essa amplitude territorial e a variação de relevo o Cerrado possui ampla variação climática, marcadamente sazonal chegando a seis meses de estiagem (EITEN, 1993). O Cerrado é caracterizado também pela diversidade de solos, com predomínio de solos profundos, como os

Latossolos (AB'SÁBER, 1983; REATTO et al., 2008) e em menores proporções Cambissolos, Areia Quartzosas, Litossolos, Plintossolos ou solos Hidromórficos (REATTO et al., 2008).

O Cerrado *stricto sensu*, a mais extensa das formações savânicas do Cerrado, ocorre em maior ou menor densidade sobre solos profundos (Latosolos) até solos rasos e com afloramento rochoso (Cambissolo e Litossolos) (RIBEIRO & WALTER, 2008). Nesse sentido estudos ecológicos buscam investigar a relação entre a vegetação e a flora lenhosa e os fatores ambientais (NASCIMENTO & SADDI, 1992; FELFILI et al., 1994; FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 2001; HARIDASAN, 2001b; MIRANDA et al., 2002; RUGGIERO et al., 2002; FONSECA & SILVA-JÚNIOR, 2004; ABREU et al., 2012). O conhecimento gerado a partir desses estudos pode contribuir para compreensão dos principais fatores ambientais que determinam a vegetação (FELFILI & SEVILHA, 2001), em especial atenção às diferentes fitofisionomias do Cerrado.

Entre esses estudos estão àqueles relacionados ao Cerrado *stricto sensu* (denso, típico e ralo) sobre solo profundo (SILVA-JÚNIOR, 1984; FELFILI et al., 1994; FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 2001), e mais recentemente aqueles desenvolvidos em Cerrado Rupestre (MOURA et al., 2005; 2007, 2010; MIRANDA, 2008; PINTO et al., 2011; LENZA et al., 2012; ABREU et al., 2012; SANTOS et al. 2012a, b). Em casos específicos essas duas fitofisionomias são comparadas tanto quanto a vegetação e a flora (RIBEIRO et al., 2008; PINTO et al. 2009; GOMES et al., 2011; LENZA et al., 2011) quanto às características ambientais (MIRANDA, 2008; ABREU et al., 2012) e espaciais (ABREU et al., 2012). A maioria destes estudos se concentra na região Centro Oeste, nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal. O Estado do Tocantins apesar de encontrar-se na porção relativamente preservada do bioma (KLINK & MACHADO, 2005; SANO et al., 2009) é considerado uma lacuna sobre o conhecimento de sua vegetação, com estudos pontuais (MARTINS et al., 2001; MARTINS et al., 2002, 2007; REZENDE, 2007; HAIDAR et al., 2011) e, principalmente, da relação desta com os fatores ambientais e da influência do espaço nessa relação.

Estudos que avaliam a influência do espaço na identificação de padrões ecológicos que governa a distribuição das espécies e da vegetação têm como um dos principais problemas a ocorrência frequente de autocorrelação espacial ou dependência espacial (LEGENDRE, 1993). Esta autocorrelação espacial aumenta a chance de se cometer o Erro tipo I (rejeição de hipóteses nulas) em testes estatísticos (DINIZ-FILHO et al., 2003). Sendo assim, avaliamos neste capítulo o efeito do espaço e do ambiente na similaridade florístico-estrutural da vegetação arbustivo-arbórea de pares adjacente de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no Estado de Tocantins, buscando responder as seguintes perguntas: Qual a influência do ambiente na diferença florístico-estrutural do

componente arbustivo-arbóreo entre os sítios investigados? Em qual proporção o ambiente, o espaço e sua ação em conjunto explicam as diferenças florístico-estrutural do componente arbustivo-arbóreo nos sítios investigados?

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Área de Estudo

Vide capítulo 2.

3.2.2 Amostragem

Vide capítulo 2.

3.2.3 Coleta dos Dados

Dados de vegetação –vide capítulo 2.

Variáveis espaciais – as coordenadas do centro de cada parcela foram obtidas em campo com auxílio de GPS. Com base nos pontos centrais das parcelas foi elaborado um *buffer* com raio de 45 m acessando a ferramenta *Analysis Tools>Proximity >Buffer* no *software* ArcGIS 9.3 (ESRI, 2011). Esse *buffer* captura os valores dos *pixels* contidos nessa área de abrangência retornando o valor médio de altitude para cada parcela analisada (TATAGIBA, 2010). Os dados de altitude foram obtidos por meio de imagens Aster (*Advanced Spacebone Thermal Emissionand Reflection Radiometer*) de resolução espacial de 30 m, acessando a ferramenta *Spatial Analyst Tools> Zonal> Zonal Statistics as Table*, conforme procedimento adotado por Tatagiba (2010). As informações foram obtidas com auxílio do *software* ArcGIS 9.3 (ESRI, 2011).

Variáveis de relevo – para obtenção da declividade média em graus nos sítios as imagens Aster de cada área foram convertidas para imagens de declividade acessando a ferramenta *Spatial Analyst Tools >Surface >Slope*, que transformou os valores dos *pixels* de altitude para declividade em graus, segundo metodologia utilizada por Tatagiba (2010). Os valores médios foram obtidos conforme metodologia adotada para obtenção das altitudes médias. As informações foram obtidas com auxílio do *software* ArcGIS 9.3 (ESRI, 2011).

Variáveis climáticas – foram obtidas para cada sítio com o auxílio do *software* DIVA-GIS (HIJMANS et al., 2001) e a base de dados usada foi a do *Worldclim* (HIJMANS et al., 2005). Os dados utilizados foram temperatura e precipitação média anual.

Variáveis edáficas – nas 10 parcelas de 20 x 50 m amostradas em cada sítio foram coletadas três subamostras de solo (0cm – 20cm de profundidade) com auxílio de trado holandês. Essas subamostras foram misturadas e homogeneizadas para formar uma amostra composta por parcela (cerca de 250g de solo) (HARIDASAN, 2001a). Foram analisadas as seguintes propriedades do solo: pH em água, teores de P, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na e H+Al, soma de bases (SB), saturação por bases (StB), saturação por alumínio (StAl), saturação com sódio (StNa), carbono orgânico (C), boro disponível (B), cobre disponível (Cu), ferro disponível (Fe), manganês disponível (Mn), zinco disponível (Zn), enxofre disponível (S), capacidade de troca catiônica (CTC) e proporções de matéria orgânica (MO), areia, silte e argila. As análises foram realizadas pela SOLOQUÍMICA Análises de Solo Ltda. em Brasília, Distrito Federal.

Rochosidade – as parcelas utilizadas na amostragem da vegetação (20m x 50m) foram subdivididas em subparcelas de 10m x 10m e a cobertura de rochas foi estimada visualmente, conforme método adaptado de Braun-Blanquet (1979) onde foram atribuídos valores nominais: 0 = ausência de rochas superficiais; 1 = 0 – 25%; 2 = 25 – 50%; 3 = 50 – 75%; e 75 – 100%.

3.2.4 Análise dos Dados

Com a finalidade de identificar grupos florísticos distintos e representar de forma gráfica as relações das comunidades, realizamos análise exploratória NMDS (*Non-metric Multidimensional Scaling*) (CLARKE, 1993). Essa é uma análise indireta de gradientes que analisa conjuntamente uma matriz qualitativa (abundância de espécies) e uma matriz categórica (composta pelas áreas – CP, RP, CN e RN), com auxílio do *software* PC-ORD 6 (MCCUNE & MEFFORD, 2011). Baseada em matriz de distância a NMDS é vantajosa por permitir a escolha de qual medida de distância será usada (GOTELLI & ELLISON, 2011). Escolhemos o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis por estarmos trabalhando com dados quantitativos (abundância) (KENT & COKER, 1992; MCCUNE & GRACE, 2002). Além disso, essa técnica de ordenação reduz o problema do “zero truncado” por relacionar os objetos através da matriz de distância ordenada de acordo com a característica de cada objeto (MCCUNE & GRACE, 2002), organizando as unidades amostrais ao longo dos eixos do diagrama. A solução obtida foi bidimensional, sendo que o *stress* manteve-se

estável na porção final das interações indicando que a análise é confiável (MCCUNE & GRACE, 2002). Por fim, obtivemos os coeficientes de determinação (R^2) para as correlações entre as distâncias florísticas (dissimilaridade) da ordenação e as distâncias florísticas originais entre as localidades.

A fim de resumir as variáveis ambientais de forma a obter a menor distorção possível preservar a estrutura original dos dados, conforme sugerido por Felfili et al. (2011) realizamos preliminarmente análise indireta de gradientes, PCA (*Principal Components Analyses*) (PEARSON, 1900; GOTELLI & ELLISON, 2011), com auxílio do *software* PC-ORD 6 (MCCUNE & MEFFORD, 2011). Essa técnica é baseada em autoanálise e atua removendo as correlações e duplicações das variáveis no grupo de dados, eliminando a multicolinearidade responsável pelo efeito de arco (FELFILI et al., 2011; GOTELLI & ELLISON, 2011). Na matriz principal da análise PCA incluímos as 29 variáveis ambientais coletadas (Tabela 3.1) e na matriz secundária as parcelas amostradas nos sítios (CP, RP, CN e RP).

Os dois primeiros eixos da PCA explicaram 48,6% da variância total dos dados. Com base nas correlações das variáveis com esses eixos selecionamos 13 variáveis, a saber: Altitude, Rochosidade, Precipitação média anual, Areia, pH, Fósforo, Cálcio, Magnésio, Potássio, Alumínio, Soma de Bases, Capacidade de Troca Catiônica e Matéria Orgânica. O teor de Carbono foi eliminado por ser colinear com o teor de Matéria Orgânica e por ter menor correlação com os eixos da ordenação. Pela relação existente entre P, K e Na com o teor de MO, e por esta promover a acidez do solo dissociando os hidrogênios ácidos, como o H^+Al , optamos que a MO permanecesse entre as variáveis selecionadas. Silte e Argila foram eliminadas por sua correlação inversa com a Areia, sendo que esta última permaneceu por ter maior correlação com os eixos 1 e 2. A Saturação por Alumínio foi eliminada, sendo representada pelo teor de Alumínio. Declividade, Boro, Ferro, Manganês, Zinco foram eliminadas por apresentarem baixa correlação com os eixos da PCA. Temperatura média, colinear com Precipitação média, foi eliminada por apresentar menor correlação com o eixo 1.

Com a finalidade de relacionar as variáveis ambientais com os grupos florísticos, realizamos a análise de CCA (*Canonical Correspondence Analysis*) (TER BRAAK, 1987). Trata-se da análise direta de gradientes mais usualmente empregada na análises da vegetação, diferindo das demais técnicas de ordenação pela entrada dos dados que é composta por suas matrizes, uma de variáveis ambientais e outra de espécies (FELFILI et al., 2011). Nessa análise as variáveis ambientais são representadas por setas e o tamanho das setas indica a relação da variável ambiental com o eixo e

com o padrão de variação, podendo ser interpretadas junto com os pontos que representam as espécies em gráfico *biplot* (FELFILI et al., 2011). Como a CCA não inclui o efeito do espaço, optamos por agregar a essa análise uma metodologia que considerasse essa questão, conforme adotado por Gonzaga (2011). Por esse motivo empregamos filtros espaciais MEMs (*Moran's Eigenvector Maps*) como variáveis preditoras junto as variáveis ambientais. De acordo com Dray et al. (2006) esses filtros espaciais têm a capacidade de controlar possíveis efeitos da autocorrelação espacial sobre a explicação que as variáveis ambientais fornecem sobre a distribuição da vegetação. Foram gerados sete filtros MEMs com auxílio do *software* R 2.15.1 (R CORE TEAM, 2012), a partir dos pacotes *vegan*, *spdep*, *spacemakeR* e *packfor*, conforme recomendado por Dray et al. (2006). Usamos uma matriz biótica (abundância das espécies, com $N > 10$ indivíduos) e uma matriz abiótica (variáveis ambientais + filtros espaciais - MEMs), com o método de Hill's (1979), adotando 999 randomizações. Todas essas análises foram realizadas com auxílio do *software* PC-ORD 6 (MCCUNE & MEFFORD, 2011).

Tabela3.1: Correlação das 29 variáveis ambientais com os dois primeiros eixos da PCA. R = Coeficiente de correlação de Pearson; R^2 = Coeficiente de correlação de Pearson ajustado e tau = Coeficiente de correlação de Kendall. Em negrito as 13 variáveis selecionadas para as análises seguintes.

	Eixo 1			Eixo 2		
	R	R ²	Tau	R	R ²	Tau
Altitude (Alt)	0,796	0,633	0,523	-0,351	0,123	-0,358
Rochosidade (Roc)	0,482	0,232	0,395	-0,645	0,416	-0,553
Declividade (Dec)	0,096	0,009	0,108	-0,261	0,068	-0,136
Temperatura média anual (Tmed)	-0,711	0,506	-0,619	-0,364	0,133	-0,097
Precipitação média anual (Pmed)	-0,787	0,620	-0,708	-0,350	0,122	-0,090
Argila (Arg)	0,350	0,122	0,231	0,785	0,617	0,572
Areia (Are)	-0,408	0,167	-0,317	-0,826	0,682	-0,531
Silte (Sil)	0,441	0,194	0,362	0,786	0,617	0,432
pH	-0,086	0,007	-0,088	0,708	0,502	0,523
Fósforo (P)	0,464	0,215	0,255	-0,433	0,187	-0,389
Cálcio (Ca)	-0,194	0,038	-0,155	-0,158	0,025	-0,036
Magnésio (Mg)	0,166	0,028	0,199	0,215	0,046	0,199
Potássio (K)	0,313	0,098	0,234	0,569	0,324	0,368
Sódio (Na)	0,071	0,005	0,070	0,412	0,170	0,266
Alumínio (Al)	0,832	0,692	0,640	-0,216	0,046	-0,196
Hidróxido de Alumínio (H+Al)	0,916	0,840	0,771	-0,021	0,013	-0,115
Soma de Bases (SB)	0,100	0,010	0,058	0,356	0,127	0,286
Capacidade de Troca Catiônica (CTC)	0,894	0,800	0,709	0,024	0,001	-0,077
Saturação por Base (StB)	-0,649	0,421	-0,493	0,277	0,077	0,381
Saturação por Alumínio (StAl)	0,676	0,457	0,449	-0,406	0,165	-0,374
Saturação por Sódio (StNa)	0,067	0,004	0,073	0,381	0,145	0,111
Carbono (C)	0,919	0,844	0,733	-0,153	0,024	-0,190

	Eixo 1			Eixo 2		
	R	R ²	Tau	R	R ²	Tau
Matéria orgânica (MO)	0,919	0,844	0,733	-0,154	0,024	-0,190
Boro (B)	0,067	0,004	0,026	-0,404	0,163	-0,215
Cobre (Cu)	-0,081	0,007	-0,121	0,562	0,316	0,354
Ferro (Fe)	-0,200	0,040	-0,264	-0,108	0,012	0,046
Manganês (Mn)	0,354	0,125	0,256	0,407	0,166	-0,023
Zinco (Zn)	-0,066	0,004	-0,125	0,110	0,012	0,176
Enxofre (S)	0,138	0,019	0,173	-0,895	0,802	-0,728

Por fim, realizamos a partição de variância, que nos permite saber a importância de cada componente (ambiental, espacial, ambiental + espacial e ao acaso) na explicação da variação desses grupos florísticos (BORCARD et al., 1992). As espécies amostradas com um indivíduo foram eliminadas dessa análise e, em seguida, aplicamos a transformação de Hellinger na matriz biótica, conforme procedimento sugerido por Legendre e Gallagher (2001). Criamos filtros espaciais que foram selecionados mediante RDA (*Detrended Correspondence Analysis*) (KENT & COKER, 1992). Trata-se de análise direta de gradientes que permite calcular a quantidade da variância em um conjunto de variáveis, estabelecendo correlação linear entre a variável resposta e as preditoras (FELFILI et al., 2011; GOTELLI & ELLISON, 2011). Para testar as diferenças entre as porções explicadas por cada componente, aplicamos ANOVA a 5% de probabilidade. Essa análises foram realizadas no R 2.15.1 com o uso dos pacotes *vegan*, *spdep*, *pacfor* e *spacemakeR* (R CORE, 2012).

3.3 RESULTADOS

A análise exploratória NMDS separou fortemente as quatro áreas investigadas identificando três grupos florísticos distintos (Figura 3.1). Os dois primeiros eixos da NMDS foram significativos ($p = 0,0196$) pelo teste de permutação de Monte Carlo e considerados estáveis, revelando padrão florístico-estrutural sendo a explicação dada por esses eixos demonstraram a consistência dos grupos formados (Tabela 3.2).

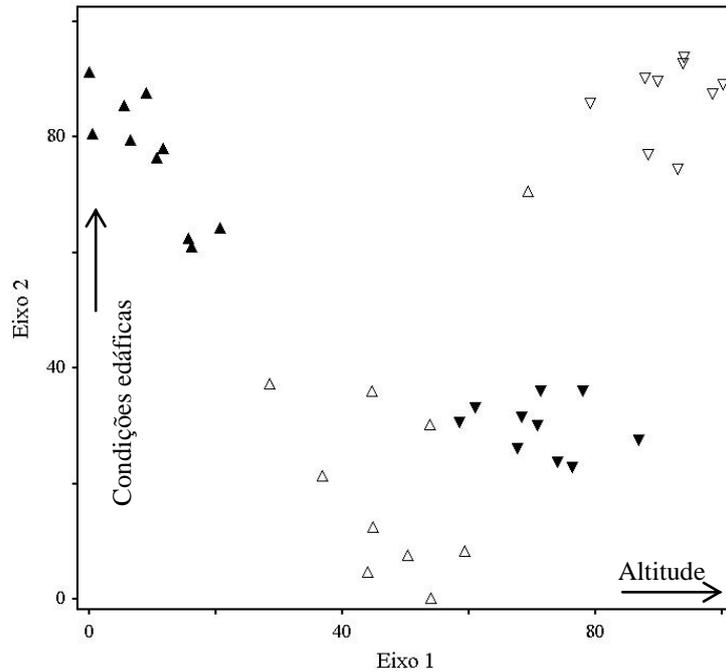


Figura 3.1: Diagrama de ordenação NMDS a partir da matriz florístico-estrutural para os sítios de Cerrado Rupestre (Δ = Cerrado Rupestre Palmas e \blacktriangle = Cerrado Rupestre Natividade) e Cerrado Típico (∇ = Cerrado Típico Palmas e \blacktriangledown = Cerrado Típico Natividade) no Estado de Tocantins.

O Eixo 1 da NMDS (Figura 3.1), separou os sítios da menor para a maior altitude (respectivamente CP, RP, CN e RN). O Eixo 2 separou dois grupos provavelmente devido as condições edáficas locais. Analisando o resultado dos dois eixos os sítios CN e RP foram agrupados, sugerindo maior similaridade florístico-estrutural entre eles do que com seus pares adjacentes, RN e CP, respectivamente. Sendo que a separação entre o RN e o CP deveu-se ao Eixo 1, ou seja, a diferença na altitude, sugerindo semelhanças nas condições ambientais entre o CN e o RP, ou seja, a diferença no substrato pode não ser o fator determinante na composição florístico-estrutural das áreas e sim a altitude. Sendo que se RN e CP, segundo o eixo 2, estivessem sob mesma altitude também formariam grupo que seria separado por essas condições.

Tabela 3.2: Resultados numéricos da análise de ordenação NMDS. p = proporção de simulações com *stress* menor ou igual ao *stress* dos dados reais; R^2 = coeficiente de determinação das correlações entre as distâncias florísticas da ordenação e as distâncias no espaço n-dimensional original.

Eixos	<i>Stress</i> (médio) nos dados reais	<i>Stress</i> (médio) nos dados aleatorizados	p	R^2	R^2 acumulado
1	48,906	54,691	0,0196	0,508	0,508
2	18,373	31,822	0,0196	0,220	0,728

Os autovalores da CCA para o primeiro eixo (0,58) e segundo eixo (0,46) foram considerados gradientes largos a intermediários (TER BRAAK, 1987) e significativos ($p = 0,001$, teste de permutação de Monte Carlo). Indicando a existência de grupos distintos, ou seja, com

variação na composição de espécies ao longo do gradiente. O total da variância acumulada pelos dois primeiros eixos foi de 27,4% da variância remanescente não explicada. A correlação espécie-ambiente foi de 0,992 e 0,986, no eixo 1 e 2, respectivamente. As variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas com o primeiro eixo foram: Altitude, Rochosidade e Matéria Orgânica. E para o segundo eixo: Precipitação média, Areia, pH, Potássio e Capacidade de Troca Catiônica (Figura 3.2).

A ordenação das parcelas pela CCA separou três grupos fortes, o primeiro formado pelas parcelas do RN que foi separado dos demais sítios, devido ao fato do RN se localizar em altitude mais elevada (Figura 3.2A). O segundo grupo foi formado pelas parcelas do CP, separado dos demais sítios uma vez que este está sobre solo mais arenoso que os demais sítios e agrupou CN e RP provavelmente por possuírem solos mais ricos e com menor teor de areia, inferido a partir do K, CTC e MO.

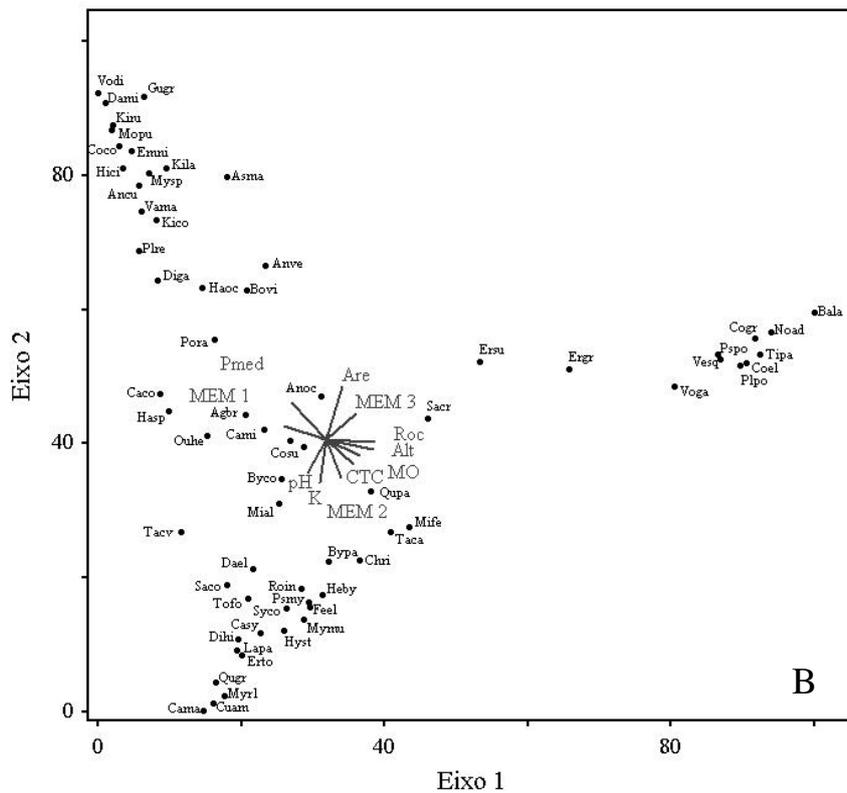
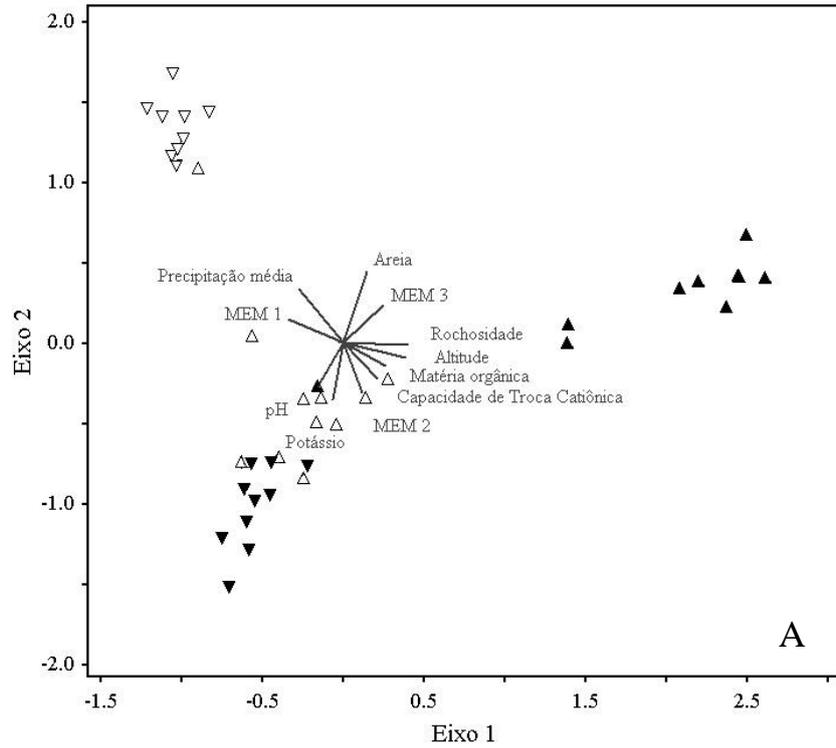


Figura 3.2: Análise de correspondência canônica (CCA): diagrama de ordenação das parcelas (A) e das espécies (B), baseada na abundância de 66 espécies arbustivo-arbóreas em pares de Cerrado Rupestre (Δ = Cerrado Rupestre Palmas e \blacktriangle = Cerrado Rupestre Natividade) e Cerrado Típico (∇ = Cerrado Típico Palmas e \blacktriangledown = Cerrado Típico Natividade) no Estado de Tocantins. As espécies estão representadas pelo seu nome abreviado (correspondência com os nomes completos na Tabela 2.2).

A ordenação das espécies pela CCA apresentou o mesmo padrão obtido para parcelas separando, no primeiro eixo, o RN dos demais sítios e, no segundo eixo, o CP de RP e CN (Figura 3.2B). Também sugere que *Banisteriopsis latifolia*, *Cordia cf elliptica*, *Couepia grandifolia*, *Schwartzia adamantium*, *Plenckia populnea*, *Psidium guianense*, *Tibouchina papyrus*, *Vellozia squamata* e *Vochysia gardneri* tendem a ser mais abundantes em áreas de altitude mais elevadas. Enquanto que *Bowdichia virgilioides*, *Guapira graciliflora*, *Handroanthus ochraceus*, *Hirtella ciliata*, *Vatairea macrocarpa* e *Vochysia divergens* foram mais associadas com maior precipitação média e solos arenosos, condições registradas no CP. Por fim, *Callisthene major*, *Casearia sylvestris*, *Curatella americana*, *Davilla elliptica*, *Lafoensia pacari*, *Qualea parviflora*, *Rourea induta* e *Tachigali aurea* foram associadas a solos com maior teor de potássio, CTC e pH, situação típica do CN e RP. A maioria das espécies que apresentaram correlações significativas foram ordenadas nos extremos dos dois eixos da CCA. A fração explicada pelo ambiente foi significativa ($F_{(6,10)} = 2,70$; $p = 0,005$), ao passo que a fração explicada pelo espaço não foi significativa ($F_{(3,30)} = 1,19$; $p = 0,09$), no entanto a ação conjunta do ambiente e do espaço foi mais explicativa que a ação isolada das frações puramente ambiental e puramente espacial (Figura 3.3).

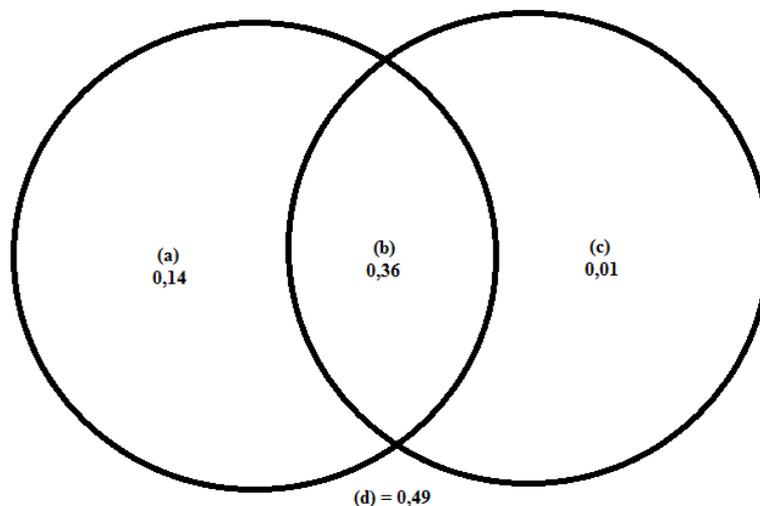


Figura 3.3: Partição da variância entre os componentes ambiente (a), ambiente + espaço (b), espaço (c) e resíduo (d) na separação dos grupos florísticos identificados nos sítios de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre amostrados em Natividades e em Palmas, no Estado do Tocantins.

3.4 DISCUSSÃO

O agrupamento das áreas distantes e de fitofisionomias diferentes num mesmo grupo sugerem que a distância geográfica e o tipo de substrato agindo independentemente não exercem

forte influência na separação das áreas de Cerrado Típico e de Cerrado Rupestre. Desse modo, a separação do RP e do RN e a separação do CP e do CN sugerem que tanto as diferenças físicas do substrato e de relevo entre fitofisionomias quanto a distância espacial não são capazes, por si só, de determinar a semelhança ou diferença entre os sítios. Sugerindo que os agrupamentos observados no presente estudo podem ser resultado das particularidades ambientais locais de cada sítio. Felfili e Felfili (2001) indicaram que se as condições do substrato forem diferentes, áreas próximas teriam similaridade reduzida, fenômeno foi observado no presente estudo. A ordenação dos grupos ao longo do Eixo 1 da NMDS indica que a altitude foi o principal fator diferenciador entre as áreas, separando o RN (de maior altitude, média de 631 m) e o CP (de menor altitude, média de 231 m) das demais áreas (RP e CN com altitude média de 378 m e 346 m, respectivamente). A altitude é apontada por diversos autores como um dos responsáveis pela separação das províncias florísticas e estruturais do Cerrado (RATTER & DARGIE, 1992; RATTER et al., 1996, 2003; CASTRO & MARTINS, 1999; RATTER et al., 2000; BRIDGEWATER et al., 2004). Desse modo, concluímos que há gradiente altitudinal entre os quatro sítios, amostrados, mas que a separação florística entre ele só se torna evidente quando a rochosoidade (distinção entre RN e os três sítios) e propriedades ambientais como pluviosidade e edáficas como textura e fertilidade do solo (separação do sítio CP dos sítios CN e RP).

A CCA confirmou o padrão encontrado na NMDS demonstrando, a consistência dos grupos florístico-estruturais que foram separados no Eixo 1, pela altitude e pela rochosoidade; e no Eixo 2, pela proporção de areia quando foram levadas em consideração as características ambientais e florístico-estruturais. Castro e Martins (1999) sugeriram três supercentros de biodiversidade para o Cerrado dado por duas barreiras climáticas, sendo uma delas as cotas altimétricas que contribuem para a distribuição de espécies corroborando com outros estudos fitogeográficos que enfatizaram a influência da altitude na variação da vegetação (DURIGAN et al., 2003; MOURA et al., 2010; LENZA et al., 2011). O RN encontra-se na cota de 600 m a 900 m e as demais áreas na cota de 300 m a 600 m estabelecidas por Castro & Martins (1999), confirmando que a diferença no gradiente altitudinal resultou separação florístico-estrutural das áreas como apontado por outros estudos (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 2005; SILVA et al., 2006; FELFILI et al., 2008).

Ainda no eixo 1 da CCA a rochosoidade separou as áreas de Cerrado Rupestre das demais, sendo que a aparente incongruência dos resultados em função da proximidade do RP com o CN deve-se à semelhança na altitude e condições ambientais locais entre essas duas áreas, uma vez que essas apresentaram solos mais férteis e menos arenosos. O afloramento rochoso é apontado como

principal diferenciador entre os subtipos do Cerrado *stricto sensu* (RIBEIRO & WALTER, 2008; PINTO et al., 2009) além de ser apontado como um dos principais fatores abióticos condicionantes juntamente com o solo (HARIDASAN, 2007). No entanto, como discutido acima, a fertilidade e a textura dos solos parecem ter sido os fatores locais que interferiram mais fortemente na composição florística.

O CP mostrou-se mais associado com a Precipitação média e com a areia, com forte correlação com o eixo 2, indicando solo menos fértil que os demais. Já o RP apesar de estar sob mesma condição de clima que o CP possui condições de solo e substrato diferentes, com menor proporção de areia e presença de afloramento rochoso. Segundo Walter et al. (2008) a textura do solo é de fundamental importância na retenção de água no solo, afetando a capacidade de drenagem e a disponibilidade dos nutrientes do solo. Sendo as condições locais do ambiente a principal responsável pela diferenciação das áreas assim como o encontrado por Santos et al. (2012). Ainda com relação ao eixo 2, o pH influenciou o agrupamento das áreas de CN e RP. Esse mesmo padrão foi encontrado também por Moura (2010) e Santos et al. (2012b) em áreas de Cerrado Rupestre. Conceição et al. (2007) aponta que pequenas diferenças na concentração de nutrientes e na acidez do solo resultam em diferenças florísticas, o que pode explicar a separação das áreas. A constatação desse padrão e a determinação das espécies preferenciais, as espécies-chave, podem levar ao avanço no manejo e conservação do Cerrado (FELFILI & SEVILHA, 2001).

A altitude e a fertilidade (principalmente pH e K), ou seja, variáveis regionais e locais, foram os principais fatores que influenciaram a distribuição e o agrupamento das espécies. Sugerindo que espécies como *Vellozia squamata*, *Schwartzia adamantium* e *Tibouchina papyrus* são preferenciais de áreas com elevadas altitudes. Essas são espécies comumente citadas como abundantes em áreas de Cerrado Rupestre em altitudes superiores a 600m, mas pouco comuns ou ausentes nessa fitofisionomia em áreas de baixas altitudes. A altitude e a precipitação foram apontadas ainda por Castro & Martins (1999), Ratter et al. (2003) e Bridgewater et al. (2004) como um dos fatores responsáveis pela formação de grupos florísticos no Cerrado. O agrupamento das espécies *Hirtella ciliata* e *Vochysia divergens* no sentido da precipitação média anual e da proporção de areia no solo indicam a preferência dessas espécies por solos úmidos bem drenados. As espécies *Callisthene major*, *Curatella americana*, *Qualea grandiflora*, *Salvertia convalariodora* e *Tachigali aurea* podem ser consideradas preferenciais por solos férteis.

Apesar de ser considerado ou como o fator responsável pela estrutura ecológica ou como variável confusa, levando a polarização quando analisamos um processo de interesse particular

(DRAY et al., 2006), o espaço (distância geográfica) não exerceu influência significativa sobre a explicação da separação das áreas amostradas. Apesar de significativa, a influência do ambiente por si só não é capaz de explicar de forma considerável a variação da vegetação. Porém junto ao espaço responde por 36% da variação na vegetação, somando a explicação dada unicamente pelo espaço e unicamente pelo ambiente, temos 15%. Demonstrando a necessidade não só de se considerar as variáveis ambientais na busca por padrões de distribuição das espécies, como a necessidade da inclusão do espaço, que apesar de ter apresentado individualmente contribuição pequena, quando analisado em conjunto com o ambiente é capaz de explicar grande parte dessa variação.

3.5 CONCLUSÕES

As condições ambientais (altitude e precipitação média) e recursos (fertilidade do solos) exerceram forte influência sobre a vegetação dos sítios de Cerrado Típico (CP e CN) e Cerrado Rupestre (RP e RN), de modo que, tanto áreas de fitofisionomias diferentes adjacentes e também daquelas de mesma fitofisionomia, mas distantes entre si, não formaram grupos, evidenciando a baixa similaridade florístico-estrutural entre os sítios ocasionada, em parte, pelas diferenças no ambiente. Essa influência mais que duplica quando levamos em consideração sua ação conjunta com o espaço. Juntos, espaço e ambiente explicam mais de 1/3 da dissimilaridade florístico-estrutural entre os sítios investigados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elevada dissimilaridade florístico-estrutural entre os sítios deve-se as diferenças nas condições ambientais, por isso não houve tendência de que sítios com afloramento rochoso apresentassem menor riqueza e densidade que as sobre solo profundo. Essa dissimilaridade é demonstrada pela força da separação e da consistência dos grupos formados. Neste caso, as condições e recursos ambientais aliados ao espaço, em escala local, exercem forte influência sobre a vegetação e explicaram mais de 50% da variação da vegetação, demonstrando que a interação dos fatores, tanto em escala de paisagem como local, é a principal responsável na distribuição da composição das espécies. Assim a diferença entre as áreas próximas e a elevada riqueza e diversidade encontrada em pelo menos uma delas ressalta a importância da conservação não só do Cerrado Rupestre como do Cerrado Típico a ele associado, visto a particularidade ambiental de ambos conferir elevada dissimilaridade ao bioma Cerrado. Assim, a escolha de áreas para conservação, que considere apenas a formação vegetal (Cerrado Típico ou Cerrado Rupestre), não seria suficiente para preservação efetiva da biodiversidade, visto a heterogeneidade de ambientes, demonstrada nas particularidades florístico-estruturais de cada formação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. F. et al. Influence of edaphic variables on the floristic composition and structure of the tree-shrub vegetation in typical and rocky outcrop cerrado areas in Serra Negra, Goiás State, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 3, p. 259-272, 2012.
- AB'SÁBER, A. N. O domínio dos cerrados: introdução ao conhecimento. **Revista Servidor Público**, v. 40, p. 41 - 55, 1983.
- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. p. 160
- AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, B. M.; MARINHO-FILHO, J. A Diversidade Biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. (Eds.). **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 17 - 40.
- ALBINO, R. S.; CASTRO, A. A. J. F. **Levantamento Florístico e Estrutural de um Cerrado Rupestre de Baixa Altitude localizado no Município de Castelo do Piauí, Piauí, Brasil**. 1997.
- ALHO, C. J. R.; MARTINS, E. S. **De grão em grão o cerrado perde espaço**. Brasília: WWF, 1995. p. 66
- AMARAL, A. G.; PEREIRA, F. F. O.; MUNHOZ, C. B. R. Fitossociologia de uma área de cerrado rupestre na fazenda Sucupira, Brasília - DF. **Cerne**, v. 12, n. 4, p. 350 - 359, 2006.
- 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, abr. 2002.
- APG. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III**. [S.l.] Bot. J. Linn. Soc., 2009.
- APPOLINARIO, V.; SCHIAVINI, I. Levantamento fitossociológico de espécies arbóreas de cerrado (stricto sensu) em Uberlândia - Minas Gerais. **Boletim Herbário Ezequias Paulo Heringer**, v. 10, p. 57 - 75, 2002.
- ARAÚJO, G. M. et al. Estrutura comunitária de vinte área de cerrados residuais no município de Uberlândia, MG. **Revista Daphne**, v. 7, p. 7 - 14, 1997.
- 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.
- AYRES, M. et al. **BioEstat**Belém - PA, 2007.
- BALDUINO, A. P. C. et al. Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do cerrado da flora de Paraopeba - MG. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 25-34, 2005.
- BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W.; MESQUITA JÚNIOR, H. N. Vegetation structure in cerrado physiognomies in south-eastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 3, p. 475-83, ago. 2001.

- BENITES, V. M. et al. Solos e Vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 76 - 85, 2003.
- BENITES, V. M. et al. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 569-577, 2007.
- BORCARD, D.; LEGENDRE, P.; DRAPEAU, P. Partialling out the Spatial Component of Ecological Variation. **Ecology**, v. 73, n. 3, p. 1045-1055, 1992.
- BORGES, H. B. N.; SHEPHERD, G. J. Flora e estrutura do estrato lenhoso numa comunidade de Cerrado em Santo Antônio de Leverger, MT, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, p. 61 - 74, 2005.
- BRAUN-BLANQUET, J. Fitossociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. **H. Blume Ediciones**, v. 17, 1979.
- BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. Biogeographic patterns, b-diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 2295-2318, 2004.
- BRITO, E. R. et al. Perfil ambiental do empreendimento denominado de “praias fluviais”, Estado do Tocantins. **Revista Árvore**, v. 26, n. 3, p. 349-355, 2002.
- CARVALHO, T. M. Síntese de campo do trecho Peixe a Ipueiras , rio Tocantins : uma contribuição à Exploratória Rio Tocantins. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 95, 2009.
- CASTRO, A. A. J. F. **Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (PiauÍ-São Paulo) de amostras de cerrado**. [S.l.] Universidade Estadual de Campinas, 1994.
- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R. Cerrados do Brasil e do Nordeste: caracterização, área de ocupação e considerações sobre a sua fitodiversidade. **Pesquisa em Foco**, v. 7, n. 9, p. 147 - 178, 1999.
- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; FERNANDES, A. G. The woody flora of cerrado vegetation in the state of PiauÍ, Northeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 55, n. 3, p. 455-472, 1998.
- CIENTEC, C. DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS L. **Mata Nativa 2: Sistema para a Análise Fitossociológica e elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas nativas** Viçosa, MGCIENEC - Consultoria de Desenvolvimento de Sistemas LTDA, , 2006.
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, v. 18, p. 117-143, 1993.
- COLE, M. M. A. A savana brasileira. **Boletim Carioca de Geografia**, v. 11, p. 5 - 52, 1958.
- COLE, M. M. A. **The savannas: biogeography and geobotany**. London: Academic Press, 1986. p. 438
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 345, p. 101-118, 1994.

- CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M.; MEIRELLES, S. T. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 2, p. 335-347, jun. 2007.
- CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R. Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 193 - 206, 2007.
- COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de cerrado na reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2001.
- COUTINHO, L. M. O conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 7, p. 17 - 22, 1978.
- COUTINHO, L. M. O Cerrado e a ecologia do fogo. **Ciência Hoje**, v. 12, n. 68, p. 23 - 30, 1990.
- DINIZ-FILHO, J. A.; BINI, L. M.; HAWKINS, B. A. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. **UC:Irvine**, 2003.
- DRAY, S.; LEGENDRE, P.; PERES-NETO, P. R. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM). **Ecological Modelling**, v. 196, n. 3-4, p. 483-493, jul. 2006.
- DURIGAN, G. et al. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 3, p. 251-262, 2002.
- DURIGAN, G.; RATTER, J. A. Succesional changes in cerrado and cerradão/ forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962-2000. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 63, n. 1, p. 119 - 130, 2006.
- DURIGAN, G.; RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. **Hoehnea**, v. 30, n. 1, p. 39 - 51, 2003.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, v. 38, p. 201 - 341, 1972.
- EITEN, G. Delimitation of the cerrado concept. **Vegetation**, v. 36, n. 3, p. 169 - 178, 1978.
- EITEN, G. Brazilian "savannas.". *In*: HUNTLEY, B. J.; WALTER, B. H. (Eds.). **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. p. 25 - 47.
- EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq, 1983. p. 305
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. *In*: PINTO, M. N. (ORGS) (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas** 1. 2. ed. Brasília: Editora da Universidade de Brasília - EdUnB/ Secretaria do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia - SEMATEC, 1993. p. 17-74.
- ESRI. **ARCGIS**Redlands, CAEnvironmental Systems Research Institute, , 2011.
- FELFILI, J. M. et al. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto na Chapada da Pratinha, DF-Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 6, p. 27 - 46, 1993.

- FELFILI, J. M. et al. Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação e solos. **Caderno de Geociências**, v. 12, p. 75 - 166, 1994.
- FELFILI, J. M. et al. Comparação do cerrado (stricto sensu) nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. *In*: LEITE, L. L.; SAITO, T. H. (Eds.). **Anais Congresso de Ecologia do Brasil**. Brasília: UNB, Departamento de Ecologia, 1997. p. 6 - 11.
- FELFILI, J. M. Distribuição dos diâmetros de quatro áreas de cerrado sensu stricto na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. *In*: FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. (Eds.). **Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Florestal, 2001. p. 57 - 61.
- FELFILI, J. M. et al. Composição florística e fitossociológica do Cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. **Acta Botanica Brasilica**, v. 6, n. 1, p. 103 - 112, 2002.
- FELFILI, J. M. et al. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology**, v. 175, p. 37 - 46, 2004.
- FELFILI, J. M. et al. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Florestal, 2007. p. 60
- FELFILI, J. M. et al. Padrões fitogeográficos e sua relação com sistemas de terra no bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M. et al. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 213-228.
- FELFILI, J. M. et al. Análise multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. *In*: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011. p. 122 - 155.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília - Departamento de Engenharia Florestal, 2005. p. 55
- FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. Floristic composition, diversity and structure of the “cerrado” sensu stricto on rocky soils in northern Goiás and southern Tocantins, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 375-385, set. 2007.
- FELFILI, M. C.; FELFILI, J. M. 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.; SEVILHA, A. C. Distribuição espacial de parcelas e de espécies em quatro áreas de cerrado sentido restrito na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. *In*: FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. (Eds.). **Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília - Departamento de Engenharia Florestal, 2001. p. 61 - 73.
- FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na fazenda Água Limpa (FAL), em Brasília-DF. **Acta Botanica Brasilica**, v. 2, n. 1-2, p. 85 - 105, 1988.

- FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. A comparative study of cerrado (sensu stricto) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 277 - 289, 1993.
- FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. **Biogeografia do bioma cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Florestal, 2001.
- FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. *In*: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Eds.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 143 - 154.
- FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. **Tópicos em Análise de Vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Florestal, 2000. p. 34
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989.
- FIDELIS, A. T.; GODOY, S. A. P. Estrutura de um cerrado stricto sensu na gleba cerrado pé-de-gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 4, p. 531-539, 2003.
- FILGUEIRAS, T. S. Herbaceous plant communities. *In*: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 122 - 139.
- 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, mar. 2004.
- FORZZA, R. C.; STEHMANN, J. R.; NADRUZ, M. (COORDS. . **Lista de espécies da Flora do Brasil 2012**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>>.
- FURLEY, P. A. The Nature and Diversity of Neotropical Savanna Vegetation with Particular Reference to the Brazilian cerrados. **Global Ecology and Biogeography**, v. 8, n. 3/4, p. 223-241, 1999.
- GENTRY, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dray forests. *In*: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (eds.) **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press, 146 - 194 p.
- GOMES, L. et al. Comparações florísticas e estruturais entre duas comunidades lenhosas de cerrado típico e cerrado rupestre, Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 865-875, 2011.
- GONZAGA, A. P. D. **Padrões fitogeográficos de Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco: análise florístico-estrutural e suas relações com o ambiente**. [S.l.] Universidade de Brasília, 2011.
- GOODLAND, R. A. Análise ecológica da vegetação do cerrado. *In*: GOODLAND, R. A.; FERRI, M. G. (Eds.). **Ecologia do Cerrado**. São Paulo/ Belo Horizonte: USP/ Itatiaia, 1979. p. 61 - 171.

- GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 528
- GOTELLI, N. J.; ENTSMINGER, G. L. **EcoSim: Null models software for ecology**. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear, , 2001. Disponível em: <<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>>
- Haidar, R. F.; DIAS, R. R.; PEREIRA, E. Q. Mapeamento e reconstituição dos ambientes fitoecológicos para o sul do estado de Tocantins por meio de imagens Landsat MSS e TM, e dados geoambientais. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 2059-2066, 2011.
- Haidar, R. F.; FELFILI, J. M.; DIAS, R. R. Diversidade, estrutura e espécies indicadoras do cerrado sensu stricto nas subbacias hidrográficas na faixa sul do estado de Tocantins (TO), Brasil. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, p. 11-14, 2009.
- HAMMER, O.; HARPER, A. T. D.; RYAN, P. D. **Paleontological Statistics Software Package for Education and data analysis**. Paleontologia Electronica, , 2001. Disponível em: <http://palaeo-eletronica.org/2001_1/past?issue1_01.htm>
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 54 - 64, 2000.
- HARIDASAN, M. Solos. In: FELFILI, J. M.; SILVA-JÚNIOR, M. C. (Eds.). **Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Florestal, 2001a. p. 12 - 17.
- HARIDASAN, M. Nutrient cycling as a function of landscape and biotic characteristics in the cerrado of central Brazil. In: VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E. (Eds.). **Biogeochemistry of the Amazon basin and its role in a changing world**. New York: Oxford University Press, 2001b. p. 68 - 83.
- HARIDASAN, M. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Eds.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. .
- HARIDASAN, M. Solos. In: FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA-JÚNIOR, M. C. (Eds.). **Biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros**. Brasília: Editora Universidade de Brasília/ Finatec, 2007. p. 27 - 43.
- HERINGER, E. P. et al. A flora do Cerrado. In: **Anais IV Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo/ Belo Horizonte: EDUSP/ Itatiaia, 1977. p. 211 - 232.
- HIJMANS, R. J. et al. **Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS**. Plant Genetic Resources Newsletter, , 2001.
- HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965-1978, 2005.
- HILL, M. O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. **Ecology**, v. 54, n. 2, p. 427 - 432, 1973.

- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira** Rio de Janeiro, 1992.
- IBGE. **Vocabulário básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto brasileiro de Geografia e Estatística, 2004.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description analyses**. London: Behaven Press, 1992. p. 363
- KERSTEN, R. A.; GLAVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. *In*: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 156 - 173.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147 - 155, 2005.
- LEGENDRE, P. Spatial Autocorrelation: Trouble or New Paradigm? **Ecology**, v. 74, n. 6, p. 1659, set. 1993.
- LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. **Oecologia**, v. 129, n. 2, p. 271-280, 1 out. 2001.
- LENZA, E. et al. Comparação da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros, Goiás, e áreas de cerrado sentido restrito do Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 3, p. 247-259, set. 2011.
- LIMA, A. L. et al. 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, p. 159 - 166, 2010.
- LOPES, S. F. et al. Análise comparativa da estrutura e composição florística de cerrado no Brasil Central. **Interciencia**, v. 36, n. 1, p. 8-15, 2011.
- MACHADO, R. B. et al. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro** Brasília - DF Conservação Internacional, , 2004.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. 5. ed. Oxford, UK: Blackwell Science, 2007. p. 256
- MARACAHIPES, L. et al. Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 0-9, 2011.
- MARIMON, B. S.; VARELLA, R. F.; MARIMON-JÚNIOR, B. H. Fitossociologia de uma área de cerrado de encosta em Nova Xavantina, Mato Grosso. **Boletim Herbário Ezequias Paulo Heringer**, n. 3, p. 82 - 101, 1998.
- MARIMON-JÚNIOR, 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, n. 4, p. 913-926, dez. 2005.

- MAROCCOLO, J. F. **Comparação florística e estrutural da vegetação arbustivo-arbórea e das propriedades edáficas em áreas de cerrado rupestre e cerrado típico em Cavalvante - Goiás.** [S.l.] Universidade de Brasília, 2009.
- MARTINS, I. C. et al. Análise temporal da dinâmica do uso e cobertura da terra nas Fazendas Lago Verde e Barreirinha, localizadas no Município da Lagoa da Confusão - TO. *In: Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.* Florianópolis: INPE, 2007. p. 2833 - 2839.
- MARTINS, I. C. M. et al. Caracterização ambiental de fragmentos florestais naturais - "ipucas" - no Município de Lagoa da Confusão, Tocantins. *In: Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto2.* Foz do Iguaçu: INPE, 2001. p. 1657 - 1664.
- MARTINS, I. C. M. et al. Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais - ipucas - no Município de Lagoa da Confusão, Tocantins. **Revista Árvore**, v. 26, p. 299 - 309, 2002.
- MARTINS, S. V. et al. A vegetação de Ipucas no Tocantins: estudo de caso e relações florísticas com remanescentes do Cerrado e da Amazônia. *In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). Fitossociologia no Brasil.* Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 460 - 478.
- MCCUNE, B.; GRACE, J. B. **Analysis of ecological communities.** 2. ed. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software Design, 2002. p. 300
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data** Gleneden Beach, Oregon: MjM Software Design, , 2011.
- MEDEIROS, M. B. et al. Fitossociologia de cerrado sentido restrito em um trecho da bacia do médio Tocantins, Palmeirópolis (TO). **Anais IX Congresso de Ecologia do Brasil**, p. 1-2, 2009.
- MEIRA NETO, J. A. A.; SAPORETTI-JÚNIOR, A. W. Parâmetros fitossociológicos de um cerrado no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG. **Árvore**, v. 26, n. 5, p. 645-648, 2002.
- MELO, A. S. O que ganhamos "confundindo" riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 21 - 27, 2008.
- MENDONÇA, R. C. et al. Flora vascular do Cerrado. *In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). Cerrado: ecologia e flora.* Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 1 - 1279.
- MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M.; MIRANDA, A. C. The fire factor. *In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). The cerrados of Brazil.* New York: Columbia University Press, 2002. p. 51-68.
- MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L.; REBÊLO, G. H. Community structure of wood plants of Roraima savannahs, Brazil. **Plant Ecology**, v. 164, p. 109 - 123, 2002.
- MIRANDA, S. C. **Comunidades lenhosas de cerrado sentido restrito na Serra Dourada em dois substratos Comunidades lenhosas de cerrado sentido restrito na Serra Dourada em dois substratos.** [S.l.] Universidade de Brasília, 2008.

- MITTERMEIER, R. A. et al. A Brief History of Biodiversity Conservation in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 601-607, jun. 2005.
- MMA. **Mapas de Cobertura dos Biomas Brasileiros**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas, 2007.
- MONTORO, G. R.; SANTOS, M. L. Fenologia e Biologia reprodutiva de *Tibouchina papyrus* (Pohl) Toledo (Melastomataceae) no Parque Estadual da Serra dos Pirineus, Goiás. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 21-29, 2007.
- MORI, S. A. et al. **Manual de manejo de herbário fanerogâmico**. Ilhéus, BA: Centro de Pesquisas do Cacau, 1985.
- MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 174-212.
- MOURA, I. O. et al. Fitossociologia de cerrado sensu stricto em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pirineus. **Anais eletrônicos do II Seminário de Pesquisa e Pós-graduação da UFG**, 2005.
- MOURA, I. O. et al. Fitossociologia da comunidade lenhosa de uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual dos Pirineus, Pirinópolis, Goiás. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2, p. 83-100, 2007.
- MOURA, I. O. et al. Diversidade e estrutura comunitária de cerrado sensu stricto em afloramentos rochosos no parque estadual dos Pirineus, Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 3, p. 455-467, set. 2010.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley and Sons, 1974.
- MUNHOZ, C. B. R.; PROENÇA, C. E. B. Composição florística do município de Alto Paraíso de Goiás na Chapada dos Veadeiros. **Boletim Herbário Ezequias Paulo Heringer**, v. 3, p. 102 - 150, 1998.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853 - 858, 2000.
- MÉIO, B. B. et al. Influência da flora das florestas Amazônica e Atlântica na vegetação do cerrado sensu stricto. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 4, p. 437-444, dez. 2003.
- NASCIMENTO, M. T.; SADDI, N. Structure and floristic composition in area of cerrado in Cuiabá - MT, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 5, p. 47 - 55, 1992.
- NERI, A. V. et al. Composição florística de uma área de cerrado sensu stricto no município de Senador Modestino Gonçalves, Vale do Jequitinhonha (MG) e análise de similaridade florística de algumas áreas de cerrado em Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1109-1119, 2007.

- NOGUEIRA, P. E. et al. Composição florística e fitossociologia de um cerrado sentido restrito no município de Canarana - MT. **Boletim Herbário Ezequias Paulo Heringer**, v. 8, p. 28 - 43, 2001.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FLUMINHAN-FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **CERNE**, v. 5, n. 2, p. 51-64, 1999.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 52, p. 141 - 194, 1995.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physionomies and woody flora of the Cerrado Biome. *In*: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 91 - 120.
- OLIVEIRA-JÚNIOR, H. J.; SHIMABUKURO, Y. E. Mapeamento da cobertura da terra dos Estados do Goiás e Tocantins utilizando imagens do sensor MODIS. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 1641-1648, 2005.
- OLMOS, F. Representatividade ambiental de unidades de conservação: propondo novas UCs para o Tocantins. *In*: TAKAHASHI, L. Y.; THOULEN, V. (Eds.). **Unidades de Conservação: atualidades e tendências**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção a Natureza, 2007. p. 227 - 239.
- PEARSON, K. On the criterion that a given system of derivations from the probable in the case of correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. **The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, v. 50, p. 157 - 172, 1900.
- PEET, R. K. The measurement of species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 5, p. 285 - 307, 1974.
- PINTO, J. R. R. et al. Flora arbustivo-arbórea em áreas de cerrado rupestre no Estado de Goiás, Brasil. **Anais 62º Congresso Nacional de Botânica**, 2011.
- 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 Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 1, p. 23-32, 2009.
- QUINN, G. P.; KEOUGH, M. J. **Experimental design and data analysis for biologists**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. p. 25
- R CORE, T. **R: A language and environment for statistical computing** Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, , 2012. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>
- RATTER, J. A. et al. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 53, p. 153 - 180, 1996.

- RATTER, J. A. et al. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo bioma Cerrado. **Boletim Herbário Ezequias Paulo Heringer**, v. 5, p. 5 - 43, 2000.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido amplo em 170 localidades do bioma Cerrado. **Boletim Herbário Ezequias Paulo Heringer**, v. 7, p. 5 - 112, 1996.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the brazilian Cerrado vegetation III: comparasion of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 60, n. 1, p. 57 - 109, 2003.
- RATTER, J. A.; DARGIE, T. C. D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, n. 49, p. 235 - 250, 1992.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. Biodiversity of the flora of the cerrado. *In*: PEREIRA, R. C.; NASSER, L. C. B. (Eds.). **Annual International Symposium of Tropical Savannas**. Brasília: Embrapa - CPAC, 1996. p. 3 - 5.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. **Annals of Botany**, v. 80, p. 223-230, 1997.
- REATTO, A. et al. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2008. p. 107-749.
- REZENDE, J. M. **Florística, Fitossociologia e influência do gradiente de umidade do solo em campos limpos úmidos no Parque Estadual do Jalapão, Tocantins**. [S.l.] Universidade de Brasília, 2007.
- RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S.; BATMANIAN, G. J. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 8, p. 131 - 142, 1985.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M. et al. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 151-212.
- RIBEIRO, M. et al. Levantamento florístico e fitossociológico em cerrado rupestre e cerrado típico contíguos do Parque do Bacaba. n. 1, 2008.
- RICOTTA, C. On parametric evenness measures. **Journal of Theoretical Biology**, v. 222, p. 189 - 197, 2003.
- RIZZINI, C. T. **A flora do Cerrado: análise florística das savanas centrais** Simpósio sobre o Cerrado São Paulo Edgard Blucher, EDUSP, , 1963.
- RIZZINI, C. T. Sobre alguns aspectos do Cerrado. **Boletim Geográfico**, v. 29, n. 218, p. 48 - 66, 1970.
- RIZZO, J. A. **A Flora do Estado de Goiás: coleção Rizzo**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1981. p. 35

- RUGGIERO, P. G. C. et al. Soil vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 160, p. 1 - 16, 2002.
- SANO, E. E. et al. Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, n. 2004, p. 1199-1206, 2009.
- SANO, E. E. et al. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environ Monit Assess**, v. 166, p. 113-124, 2010.
- SANTOS, E. R. **Análise florística e estrutura fitossociológica da vegetação lenhosa de um trecho de cerrado stricto sensu do Parque Estadual do Lajeado, Palmas - TO**. [S.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SANTOS, E. R. et al. A flora do campus de Porto Nacional, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, Tocantins, Brasil. **Revista Ciência Agroambiental**, v. 1, n. 1, p. 61-67, 2006.
- SANTOS, T. R. R. **Fitogeografia da vegetação arbustivo-arbórea em áreas de cerrado rupestre no estado de Goiás**. [S.l.] Universidade de Brasília, 2011.
- SANTOS, T. R. R. et al. The tree-shrub vegetation in rocky outcrop cerrado areas in Goiás State, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 3, p. 281-294, 2012.
- SANTOS, T. R. R.; PINTO, J. R. R.; LENZA, E. Floristic relationships of the woody component in rocky outcrops savanna areas in Central Brazil. **Flora**, v. 207, n. 7, p. 541-550, jul. 2012.
- SEPLAN. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 6. ed. Palmas: Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública, 2012. p. 80
- SIEGEL, S.; CASTELLAN-JÚNIOR, N. T. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. New York: McGraw-Hill, 1988.
- SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2008. p. 71-88.
- SILVA, J. F. et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 336-354, 2006.
- SILVA, L. O. et al. Levantamento florístico e fitossociológico em duas área de Cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, p. 43 - 53, 2002.
- SILVA, M. A. **Mudanças na composição florística e estrutura de um cerrado sentido restrito, em um período de 12 anos (1958 - 1997), na Fazenda Água Limpa - Distrito Federal**. [S.l.] Universidade de Brasília, 1999.
- SILVA-JÚNIOR, M. C. **Composição florística e parâmetros fitossociológicos do cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba - MG**. [S.l.] Universidade de Viçosa, 1984.

- TATAGIBA, M. M. A. **Estudo da Dinâmica Espacial e Temporal dos Incêndios Florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros**. [S.l.] Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia, 2010.
- TEIXEIRA, M. I. J. et al. Florística e fitossociologia de área de cerrado s.s. no município de Patrocínio Paulista, Nordeste do Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 63, n. 1, p. 1-11, 2004.
- TER BRAAK, C. J. F. The Analysis of Vegetation-Environment Relationships by Canonical Correspondence Analysis. **Vegetatio**, v. 69, n. 1, p. 69-77, 1987.
- TÓTHMÉRÉSZ, B. Comparison of different methods for diversity ordering. **Journal of Vegetation Science**, v. 6, n. 2, p. 283-290, 1995.
- UHLMANN, A.; GALVÃO, F.; SILVA, S. M. Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de Savana (Cerrado) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 12, n. 3, p. 231 - 247, 1998.
- WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. [S.l.] Universidade de Brasília, 2006.
- WALTER, B. M. T. O conceito de savana e de seu componente Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 19 - 45.
- WALTER, B. M. T.; CARVALHO, M. C.; RIBEIRO, J. F. O conceito de savana e de seu componente Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 19 - 45.
- WALTER, B. M. T.; RIBEIRO, J. F. Diversidade fitofisionômica e o papel do fogo no bioma Cerrado. *In*: MIRANDA, H. S. (org.). **Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto Fogo**. Brasília: Ibama, 2010, p. 59-76
- WARMING, E. Lagoa Santa. *In*: WARMING, E.; FERRI, M. G. (Eds.). **Lagoa Santa: a vegetação dos cerrados brasileiros**. São Paulo/ Belo Horizonte: EDUSP/ Itatiaia, 1973. p. 1-284.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey, USA: Prentice-Hall, 1999.