

**CARACTERIZAÇÃO DA FLORA E DA PRODUÇÃO EM
VOLUME, BIOMASSA E CARBONO DA VEGETAÇÃO
ARBÓREA EM ÁREA DE CERRADÃO NO ESTADO DO
TOCANTINS**

EDER PEREIRA MIGUEL

**TESE DE DOUTORADO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

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

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

**CARACTERIZAÇÃO DA FLORA E DA PRODUÇÃO EM
VOLUME, BIOMASSA E CARBONO DA VEGETAÇÃO
ARBÓREA EM ÁREA DE CERRADÃO NO ESTADO DO
TOCANTINS**

EDER PEREIRA MIGUEL
Engenheiro Florestal

ORIENTADOR: Prof^o. Dra. ALBA VALÉRIA REZENDE

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL - UnB

PUBLICAÇÃO: PPGEFL.TD-039/2014
BRASÍLIA/DF ABRIL DE 2014

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

CARACTERIZAÇÃO DA FLORA E DA PRODUÇÃO EM VOLUME, BIOMASSA E
CARBONO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA EM ÁREA DE CERRADÃO NO ESTADO DO
TOCANTINS

EDER PEREIRA MIGUEL

TESE DE DOUTORADO 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
DOUTOR.

TESE APROVADA POR:

Profª Dra. ALBA VALÉRIA REZENDE

Professora do Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB
(Orientadora)

Profº Dr. AILTON TEIXEIRA DO VALE

Professora do Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB
(Examinador Interno)

Profº Dr. ÁLVARO NOGUEIRA DE SOUZA

Professor do Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB
(Examinador Interno)

Profº Dr. EDMILSON SANTOS CRUZ

Professor da Universidade Federal de Goiás – *Campus Jataí*/UFG
(Examinador Externo)

Profº Dr. SYLVIO PÉLLICO NETTO

Professor da Universidade Federal do Paraná/UFPR
(Examinador Externo)

Brasília/DF, 02 de Abril de 2014.

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo 1015286.

| | |
|-------|--|
| M636c | Miguel, Eder Pereira. Caracterização da flora e da produção em volume, biomassa e carbono da vegetação arbórea em área de cerradão no estado do Tocantins / Eder Pereira Miguel. -- 2014. xiii, 96 f. : il. ; 30 cm. Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2014. Inclui bibliografia. Orientação: Alba Valéria Rezende. 1. Biodiversidade. 2. Biomassa florestal - Tocantins. 3. Cerrados - Tocantins. 4. Levantamentos florestais. 5. Modelos matemáticos. 6. Resiliência (Ecologia). I. Rezende, Alba Valéria. II. Título. CDU 581.9(81:251) |
|-------|--|

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MIGUEL, E. P. (2014). Caracterização da flora e da produção em volume, biomassa e carbono da vegetação arbórea em área de cerradão no estado do Tocantins. Tese de Doutorado em Ciências Florestais. Publicação **PPGEFL.TD-039/2014**. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília - UnB, Brasília/DF. 2014. 96p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Eder Pereira Miguel

TÍTULO: Caracterização da flora e da produção em volume, biomassa e carbono da vegetação arbórea em área de cerradão no estado do Tocantins.

GRAU: DOUTOR ANO: 2014

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

Eder Pereira Miguel
miguelederpereira@gmail.com

Aos meus pais, ao meu irmão e a
minha esposa.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado esta oportunidade, saúde e força para realização deste trabalho. A minha família pela enorme contribuição amorosa e incentivadora, pois sem eles seria impossível a realização dessa conquista.

A professora Alba Valéria Rezende (Orientadora) pelo aprendizado, convivência, amizade, sendo exemplo de profissionalismo a ser seguido.

A minha esposa Fernanda pela paciência, carinho e apoio na reta final deste trabalho.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo para a realização deste trabalho.

Ao professor Álvaro Nogueira, pela amizade e incentivos desde a época da graduação.

Ao professor Humberto Ângelo, pela amizade, convivência e ensinamentos.

Aos professores Ailton, Ildeu e Reginaldo pelo convívio, amizade e ensinamento.

A todos os meus professores do departamento de Engenharia Florestal da UnB, que de uma forma ou outra contribuíram para esta minha conquista além do ensinamento passado. Aos funcionários da Pós-Graduação, Pedro e Chiquinho, que sempre foram muito prestativos todas as vezes que precisei.

A NATURATINS por ter concedido área de estudo, na pessoa do Senhor Walney. A Direção e funcionários do Parque Estadual do Lajeado pelo apoio oferecido.

Aos Companheiros e amigos que ajudaram nessa empreitada, sem vocês seriam impossível realizar este trabalho: Edberto, Matheus Mendes e seu Sebastião.

Aos Amigos da Pós João Felipe e Gileno, pela ajuda impagável. Em especial ao João por participar o tempo todo do trabalho, do primeiro ao último dia.

Aos amigos da Pós: Fabiano, Rafael, Fabrícia, Diego, Raul, Fagno (Peixeee) e Henrique (Gauxin) pelo companheirismo e convivência no decorrer da realização deste trabalho, vocês são incríveis.

Ao meu amigo, companheiro e colega desde a época da graduação Fabrício Assis Leal, pela ajuda, sinceridade e caráter.

Enfim, a todos vocês citados acima fica aqui minha gratidão e meus sinceros votos de sucesso e realização pessoal e profissional na vida de cada um.

O que almejamos de fato não é o conhecimento, e sim a certeza, todavia, para alguns ecoará estranho, outros não irão entender, talvez seja um paradoxo, mas a todos, a verdade é uma só, quanto mais precisa é a ciência, mais de aproximação ela é constituída.

(Eder Pereira Miguel)

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| LISTA DE TABELAS | x |
| LISTA DE FIGURAS | xii |
| RESUMO GERAL | xiii |
| GENERAL ABSTRACT..... | xiv |
| | |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1. Geral | 3 |
| 2.2. Específicos..... | 3 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 4 |
| | |
| CAPÍTULO 1 | 5 |
| FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ÁRBOREA EM ÁREA DE CERRADÃO NO ESTADO DE TOCANTINS | 5 |
| RESUMO | 6 |
| ABSTRACT | 7 |
| 1.1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 1.2. MATERIAL E MÉTODOS | 10 |
| 1.2.1. Caracterização da área de estudo..... | 10 |
| 1.2.2. Coleta de dados..... | 12 |
| 1.2.2.1. Inventário Florestal..... | 12 |
| 1.2.3. Análise de dados | 15 |
| 1.2.3.1. Esforço amostral | 15 |
| 1.2.3.2. Caracterização Florística | 16 |
| 1.2.3.3. Estrutura da vegetação..... | 17 |
| 1.2.3.3.1. Estrutura fitossociológica | 17 |
| 1.2.3.3.2. Estrutura diamétrica..... | 18 |
| 1.2.3.3.3. Estrutura vertical..... | 19 |
| 1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 19 |
| 1.3.1. Suficiência amostral | 19 |
| 1.3.2. Florística | 22 |
| 1.3.3. Estrutura da Vegetação | 26 |
| 1.3.3.1. Análise fitossociológica..... | 26 |
| 1.3.3.2. Distribuição diamétrica | 30 |
| 1.3.3.3. Estrutura vertical..... | 32 |
| 1.4. CONCLUSÕES..... | 33 |
| 1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 34 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 2 | 41 |
| QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME, BIOMASSA E CARBONO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA, EM ÁREA DE CERRADÃO NO ESTADO DO TOCANTINS | 41 |
| RESUMO | 42 |
| ABSTRACT | 43 |
| 2.1. INTRODUÇÃO | 44 |
| 2.2. MATERIAL E MÉTODOS | 46 |
| 2.2.1. Caracterização da área de estudo..... | 46 |
| 2.2.2. Coleta de dados..... | 46 |
| 2.2.2.1. Inventário Florestal..... | 46 |
| 2.2.2.2. Determinação dos estoques em volume, biomassa e carbono | 46 |
| 2.2.2.2.1. Intensidade de amostra para o cálculo das variáveis de interesse | 46 |
| 2.2.2.2.2. Obtenção do Volume | 47 |
| 2.2.2.2.3. Quantificação da biomassa | 47 |
| 2.2.3. Análise de dados | 50 |
| 2.2.3.1. Ajuste e seleção de modelos matemáticos para estimativa dos estoques em volume e biomassa seca por árvore | 50 |
| 2.2.3.2. Critérios utilizados para a seleção da melhor equação ajustada..... | 51 |
| 2.2.3.3. Estimativa dos estoques em volume e biomassa | 51 |
| 2.2.3.4. Estimativas do carbono..... | 51 |
| 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 52 |
| 2.3.1. Ajustes dos modelos para estimar os estoques em volume e biomassa seca..... | 53 |
| 2.3.1.1. Análise do volume de madeira da comunidade do cerradão | 58 |
| 2.3.2. Ajuste de modelos de regressão para estimar o estoque de biomassa seca | 60 |
| 2.3.2.1. Análise da biomassa seca na comunidade do cerradão | 63 |
| 2.3.3. Estimativas dos estoques em volume, biomassa seca e carbono na vegetação arbórea, em área de cerradão | 64 |
| 2.4. CONCLUSÕES | 76 |
| 2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 77 |
| 2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 78 |

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

| | |
|---|----|
| Tabela 1.1 - Parâmetros Fitossociológicos..... | 18 |
| Tabela 1.2 - Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando as variáveis densidade e dominância em fragmento de cerradão localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO..... | 21 |
| Tabela 1.3 - Composição florística da vegetação arbórea amostrada em um fragmento de cerradão localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO. | 22 |
| Tabela 1.4 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em um fragmento de cerradão localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO..... | 26 |
| Tabela 1.5 - Distribuição de frequência absoluta e relativa e valores do Quociente de De Liocourt, por classe de diâmetro, das árvores com $DAP \geq 5$ cm amostradas em um fragmento de cerradão localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO..... | 30 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1. Modelos matemáticos a serem ajustados..... | 50 |
| Tabela 2.2: Distribuição de frequência absoluta por classe de diâmetro, das árvores com $DAP \geq 5$ cm, amostradas em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO e quantidade de árvores cubadas por classe de diâmetro..... | 52 |
| Tabela 2.3: Estatísticas descritivas das variáveis dendrométricas, do volume, da biomassa seca e da densidade da madeira das árvores com $DAP \geq 5$ cm registradas em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO. | 53 |
| Tabela 2.4: Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações de volume total e do fuste, com casca, ajustadas para árvores com $DAP \geq 5$ cm, em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 54 |
| Tabela 2.5: Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações de volume total e do fuste, sem casca, ajustadas para árvores com $DAP \geq 5$ cm, em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 58 |
| Tabela 2.6: Volume médio por classe de diâmetro de árvores com $DAP \geq 5$ cm, registrado em área de cerradão, localizada no Parque do Lajeado, Palmas/TO..... | 59 |
| Tabela 2.7: Percentagem de casca registrado em árvores com $DAP \geq 5$ cm em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 59 |
| Tabela 2.8: Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações de biomassa seca, ajustadas para árvores com $DAP \geq 5$ cm, em área de cerradão no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 61 |
| Tabela 2.9: Estoque médio de biomassa seca por classe de diâmetro de árvores com $DAP \geq 5$ cm, registrado em área de cerradão no Parque do Lajeado, Palmas/TO. | 63 |

| | |
|--|----|
| Tabela 2.10: Percentagem de casca registrado em árvores com DAP \geq 5 cm em área de cerrado localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 64 |
| Tabela 2.11: Estimadores dos parâmetros das variáveis volume (m ³) e biomassa seca (kg) da comunidade arbórea (DAP \geq 5 cm) amostrada em área de cerrado, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO. | 65 |
| Tabela 2.12: Produção em volume (m ³ .ha ⁻¹) e em biomassa seca (kg.ha ⁻¹), por espécie, para árvores com DAP \geq 5 cm, em área de cerrado, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 68 |
| Tabela 2.13: Produção em volume (m ³ .ha ⁻¹) e em biomassa seca (kg.ha ⁻¹) das 10 espécies de maior IVI registradas em área de cerrado, localizada em Palmas/TO. (Espécies classificadas em ordem decrescente de IVI). | 71 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

| | |
|--|----|
| Figura 1.1: Localização da área de estudo em relação ao Município de Palmas e ao Estado do Tocantins..... | 11 |
| Figura 1.2: Demarcação das unidades amostrais para o inventário florestal em um fragmento de cerradão localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO. | 13 |
| Figura 1.3: Perspectiva dos transectos e sentido do estabelecimento das parcelas em um fragmento de cerradão, localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO. | 13 |
| Figura 1.4: Obtenção da variável altura..... | 14 |
| Figura 1.5: Coleta do material botânico no fragmento de cerradão no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO..... | 15 |
| Figura 1.6: Curva espécie-área e curva platô das espécies amostradas no cerradão. | 20 |
| Figura 1.7: Distribuição diamétrica da comunidade amostrada em um fragmento de cerradão localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO. | 31 |
| Figura 1.8: Distribuição das alturas das árvores amostradas em um fragmento de cerradão localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO. | 33 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|----|
| Figura 2.1: Pesagem dos diferentes compartimentos da árvore em campo..... | 48 |
| Figura 2.2: Acondicionamento das amostras de folhagem, galhos, fuste e casca em sacos plásticos para evitar perda de água do material vegetal. | 49 |
| Figura 2.3: Secagem e obtenção do peso seco das amostras de material vegetal..... | 49 |
| Figura 2.4: Gráfico de resíduos (%) das equações de volume total e do fuste, com casca, ajustadas para árvores com $DAP \geq 5$ cm, em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 56 |
| Figura 2.5: Gráfico de resíduos (%) das equações de biomassa seca total e do fuste, com casca, ajustadas para árvores com $DAP \geq 5$ cm, em área de cerradão no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 62 |
| Figura 2.6: Distribuição da produção em volume ($m^3.ha^{-1}$) e em biomassa seca ($kg.ha^{-1}$), por classe de diâmetro, da comunidade arbórea em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 70 |
| Figura 2.7: Distribuição por classe de DAP das variáveis volume ($m^3.ha^{-1}$), biomassa seca ($kg.ha^{-1}$) e número de árvores, em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO..... | 74 |

RESUMO GERAL

Objetivou no presente estudo, descrever o tipo, a capacidade de resiliência, a caracterização da composição florística, a estrutura, o ajuste e seleção de modelos para quantificar o volume e a biomassa total e por compartimento e estimar o carbono fixado na vegetação arbórea em um fragmento de cerradão, no Município de Palmas/TO. Um inventário florestal foi realizado na área do fragmento de cerradão, considerando um processo de amostragem sistemático com o uso da razão para as estimativas de densidade, área basal, volume, biomassa e carbono, onde oito transectos de 20 m de largura e comprimentos variáveis foram implantados, equidistantes 60 m. Para o estudo da florística e da fitossociologia cada transecto foi subdividido em parcelas de 400 m² (20 m x 20 m), demarcadas de forma permanente. No total foram implantados oito transectos equidistantes, de comprimentos variáveis, e 54 parcelas de 400 m², totalizando 2,16 ha amostrados. Neste estudo, a suficiência amostral qualitativa foi avaliada pela curva espécie-área. O procedimento de regressão linear com resposta em platô (REGRELRP) foi utilizado. A suficiência amostral do inventário também foi avaliada quantitativamente considerando densidade (ind.ha⁻¹), área basal (m².ha⁻¹), volume (m³.ha⁻¹), biomassa (t.ha⁻¹) e carbono (t.ha⁻¹) a uma precisão especificada de 20% ao nível de probabilidade de 95%. A diversidade florística foi avaliada pelo o índice de diversidade de Shannon & Wiener (H'). A estrutura da vegetação foi analisada com base nos parâmetros fitossociológicos da amostra por meio do Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies. A distribuição diamétrica da floresta foi analisada segundo o princípio de floresta balanceada De Lioucourt. Em termos qualitativos, a equação de regressão linear com resposta em platô apresentou estatísticas satisfatórias. Quantitativamente, a suficiência amostral para densidade, área basal, volume, biomassa e carbono resultou em erros dentro do admissível. Predominam na área as famílias Fabaceae, Chrysobalanaceae, Apocynaceae, Melastomataceae, Malpighiaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae e Connaraceae. E as espécies mais abundantes foram *Myrcia splendens*, *Emmotum nitens*, *Miconia albicans*, *Qualea parviflora*, *Xylopia aromática* e *Tapirira guianensis*. A diversidade florística do cerradão foi de 3,35 nats/ind. A família com maior IVI no cerradão estudado foi Myrtaceae, seguida de Fabaceae, Vochysiaceae, Icacinaceae e Melastomataceae. De uma maneira geral, segundo o Quociente De Liocourt a floresta apresenta-se balanceada. Foram cubadas pelo método de Smalian e posteriormente pesadas 84 árvores. Obtido o peso verde dos diferentes compartimentos (folhagem, galhos, fuste e casca), foram retiradas amostras do material vegetal visando à obtenção da biomassa seca. Para a estimativa do volume e biomassa total, e por compartimento por unidade de área foram ajustados e selecionados modelos matemáticos. A quantificação do carbono foi obtida utilizando o valor default de 0.5. Após ajustados e selecionados, o modelo de Schumacher e Hall apresentou as melhores estatísticas para a obtenção do volume e da biomassa total e por compartimento. A quantidade de volume, biomassa e carbono total aéreo estocado por hectares respectivamente foram: 126.71 m³.ha⁻¹, 61.67 t.ha⁻¹ e 30.88 t.ha⁻¹. Quando analisados pelos compartimentos fuste e copa, estes valores respectivamente foram para o volume 79.23 e 47.17 m³.ha⁻¹, 29.7 e 31.98 t.ha⁻¹ para a biomassa e 14.80 e 16.03 t.ha⁻¹ para o carbono. As folhas contribuem com aproximadamente 7.3% da biomassa total, as cascas contribuem com aproximadamente 11.5% do volume total e 21 % da biomassa e do carbono total. As árvores mortas contribuíram com aproximadamente 6.75% nos valores dos atributos quantificados. O estoque em volume, biomassa e carbono no cerradão estudado, quando comparado a outros cerradões e distintos tipos de vegetação, encontra-se superior ao encontrado nas formações savânicas, fato esse que pode estar correlacionado com a proximidade com o Bioma Amazônico.

Palavras-Chave: Diversidade, Floresta balanceada, Inventário florestal, Modelos matemático, Resiliência.

GENERAL ABSTRACT

This study aimed at describing the type, the resilience capacity, the characterization of the floristic composition and the structure of a fragment of “cerradão”, in the city of Palmas-TO. It also aimed at adjusting and selecting models to quantify the volume, the biomass per compartment and the total biomass, and to estimate the amount of fixed carbon in the woody vegetation of the fragment. A forest inventory, responsible for estimating the density, basal area, volume, biomass and carbon, was performed in the “cerradão” fragment using the process of systematic sampling in ratio. In it, eight 20 meters wide transects of variable lengths were established, distributed equidistantly 60 meters apart of each other. In order to do the floristic and the phytosociology studies, each transect was subdivided into 400 m² (20 m x 20 m) parcels, permanently established. The eight equidistant transects and the fifty-four 400 m² permanent parcels added up to a total sample of 2,16 ha. The sampling sufficiency was evaluated through the species-area curve. A response-plateau linear regression (RPLR) was performed. The sampling sufficiency for the inventory was also quantitatively evaluated considering the density (ind.ha⁻¹), basal area (m². ha⁻¹), volume (m³. ha⁻¹), biomass (t.ha⁻¹) and carbon (t.ha⁻¹), with a precision of 20% and a probability level of 95%. The floristic diversity was evaluated by the Shannon & Wiener diversity index (H'). The vegetation structure was analyzed based on the sample's phytosociological parameters through the species Importance Value Index (IVI). The forest's diametric distribution was analyzed based on De Lioucourt principle of the balanced forest. Qualitatively, the response-plateau linear regression showed satisfactory statistics. Quantitatively, the sampling sufficiency for the density, basal area, volume, biomass and carbon estimations resulted in acceptable errors. The main families in the area were Fabaceae, Chrysobalanaceae, Apocynaceae, Melastomataceae, Malpighiaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae and Connaraceae, and the most abundant species were *Myrcia splendens*, *Emmotum nitens*, *Miconia albicans*, *Qualea parviflora*, *Xylopia aromática* and *Tapirira guianensis*. The floristic diversity of the fragment was 3,35 nats/ind. The family with the biggest IVI of the fragment was the Myrtaceae family, followed by Fabaceae, Vochysiaceae, Icacinaceae and Melastomataceae. In general, according to the De Lioucourt quotient, the forest is balanced. Using the Smalian method, 84 trees were scaled and then weighted. After obtaining the green weight of the different tree compartments (leaves, branches, trunk and bark), samples of the material were removed in order to calculate the dry biomass. In order to estimate the volume, the compartment biomass and the total biomass per unit of area, mathematical models were adjusted and selected. The quantification of the carbon was obtained by using the default value of 0.5. After the models' adjustment and selection, the Schumacher and Hall model was the one to exhibit the best statistic results for the estimation of the volume and of the compartment and total biomass. The volume and the amounts of biomass and of total stocked air carbon per hectare were respectively: 126.71 m³. ha⁻¹, 61.67 t.ha⁻¹ and 30.88 t.ha⁻¹. When analyzing the trunk and crown compartments separately, the values were respectively of 79.23 and 47.17 m³.ha⁻¹ of volume; 29.7 and 31.98 t.ha⁻¹ of biomass; and 14.80 and 16.03 t.ha⁻¹ of carbon. The leaves contribute with approximately 7.3% of the total biomass. The bark contributes with approximately 11.5% of the total volume and with 21% of the total biomass and carbon. The dead trees contributed with approximately 6.75% to the quantified attributes. The stock of volume, biomass and carbon in the studied “cerradão” area, when compared to other “cerradões” areas and with other vegetation types, is bigger than the ones found for other savanna formations. This fact may be related to the proximity of the area to the Amazon biome.

Key words: Diversity, balanced forest, forest inventory, mathematical models, resilience.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, cobrindo aproximadamente 200 milhões de hectares do território nacional (UNESCO, 2000).

Nas últimas décadas esse bioma vem sofrendo muito com a pressão antrópica, pois é visto como a principal fronteira agrícola do país (KLINK; MACHADO, 2005). Além da abertura de áreas naturais do Cerrado para atividades agrosilvopastoris, visando à implantação de pastagens, florestas de eucaliptos e monoculturas como a soja, o algodão, entre outras, observa-se também o desmatamento do bioma para dar espaço à outros usos, como: ampliação de polos urbanos, construção de estradas e implantação de empreendimentos hidrelétricos. Todas essas ações têm levado a reduções significativas da cobertura natural do Cerrado e, conseqüentemente, a grandes perdas da sua biodiversidade.

De acordo com Walter e Guarino (2006), a degradação do bioma Cerrado foi muito ampliada a partir da década de 1970 e, desde então, vem sofrendo agressiva perda de área para as atividades humanas.

Machado et al. (2004) estimaram uma taxa média anual de desmatamento de 1,1% para o Cerrado, utilizando registros de 1985 a 2002 e verificaram que essa taxa correspondia a uma perda da cobertura original do bioma na ordem de 2,2 milhões de hectares ao ano. Essa taxa de desmatamento levou à destruição, à fragmentação e ao isolamento de ambientes naturais. Os autores ainda concluíram que apenas 2,2% da área remanescente encontravam-se efetivamente incorporadas em Unidades de Conservação, concentradas em poucas regiões do país.

Um estudo recente realizado pelo MMA (2013) mostrou que apesar da taxa de desmatamento anual do Cerrado ter caído de 0,69% ao ano (entre 2002 e 2008) para 0,30% ao ano (entre 2008 e 2013), as áreas remanescentes diminuíram de 55,7% para 51,1% entre 2002 e 2013. Os Estados do Maranhão, Piauí, Bahia e Tocantins lideram atualmente o ranking do desmatamento e estes resultados são preocupantes para a manutenção e conservação do bioma.

Segundo Ribeiro e Walter (1998), o Cerrado apresenta 11 tipos diferentes de vegetação, os quais podem ser agrupados em formações campestres (campo sujo, campo limpo e campo rupestre), savânicas (cerrado *sensu stricto*, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e florestal (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão).

O cerradão é uma fisionomia de grande importância para o bioma Cerrado, apesar de sua baixa representatividade na área total do bioma. Essa fisionomia encontra-se seriamente ameaçada no bioma, considerando que a mesma ocupa solos com boas condições para a agricultura (KLINK; MACHADO, 2005; SANO et al., 2010; SOLÓRZANO, 2011).

Dos estudos já realizados até hoje no cerradão, a maioria considera apenas aspectos relacionados à caracterização da flora e da estrutura da vegetação e são raros os estudos envolvendo aspectos voltados à dinâmica e, principalmente, à produção da vegetação.

Estudos que visam responder não só aspectos relacionados às alterações da flora do cerradão, mas também aspectos relacionados às alterações nas variáveis quantitativas como volume, biomassa e carbono têm se tornado cada vez mais importantes e necessários. Informações provenientes destes estudos poderão subsidiar medidas de manejo e conservação, para esta fitofisionomia que vem sendo desmatada de forma acentuada e que, ao mesmo tempo, é pouco representada em Unidades de Conservação.

Nesse contexto, a presente tese visa analisar o cerradão na perspectiva ecológica e, ao mesmo tempo, com um olhar voltado à produção. Para alcançar o objetivo proposto foi selecionada uma área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, em Palmas, TO.

O presente trabalho será dividido em dois capítulos para melhor entendimento do estudo realizado. O primeiro capítulo tratará da análise florística e da estrutura da vegetação, sendo feitas comparações com dados disponibilizados na literatura. O objetivo do estudo é caracterizar e compreender o padrão estrutural e florístico do estrato arbóreo do cerradão.

O capítulo dois refere-se ao ajuste, seleção e validação de modelos alométricos para estimar as variáveis volume e biomassa total e parcial e por extensão o estoque de carbono.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Caracterizar uma área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, em Palmas, TO, considerando aspectos florísticos e de produção (densidade, área basal, volume, biomassa e estoque de carbono), visando subsidiar não apenas decisões de conservação e uso sustentado da vegetação, mas também projetos de recuperação de ambientes degradados.

2.2. Específicos

- Descrever a estrutura e a florística da comunidade arbórea do cerradão (Capítulo I);
- Utilizar a regressão linear com resposta em platô para o cálculo da suficiência amostral (Capítulo I) e
- Verificar a capacidade de resiliência do cerradão utilizando o princípio de floresta balanceamento segundo De Liocourt (Capítulo I)

- Ajustar e selecionar modelos alométricos, para estimar o volume e a biomassa total e por compartimento, na parte aérea da vegetação arbórea (Capítulo II);
- Quantificar as contribuições de folhas e cascas na biomassa total e no estoque de carbono aéreo fixado na vegetação arbórea do cerradão (Capítulo II).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v.19, n.3, p. 707-713.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K & STEININGER, M. 2004. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservação Internacional, Brasília, DF. Relatório Disponível em: <http://www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf>. 2004.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2013. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite**. 65 p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado, p.89-166. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina. EMBRAPA-CPAC, 1998. 568 p.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S. & FERREIRA, L. G. 2010. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, p. 113-124.

SOLÓRZANO, A. 2011. **Análise Fitogeográfica do cerradão: conexões florísticas, padrões estruturais, relações ecológicas e modelagem de sua distribuição potencial**. Tese (Doutorado). UnB. Brasília-DF. 128 p.

UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço**. Brasília: UNESCO, 2000. p. 31-33.

WALTER, B. M. T.; GUARINO, E. S. G. 2006. Comparação do método de parcelas com o “levantamento rápido” para amostragem da vegetação arbórea do Cerrado sentido estrito. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, p. 285-297.

CAPÍTULO 1

FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ÁRBOREA EM ÁREA DE CERRADÃO NO ESTADO DE TOCANTINS

RESUMO

MIGUEL, E.P. Universidade de Brasília (UnB), 2014. **Florística e estrutura da vegetação arbórea em área de cerrado no Estado de Tocantins**. Orientadora: Alba Valéria Rezende.

Objetivou no presente estudo, descrever o tipo, a capacidade de resiliência e caracterizar a composição florística e a estrutura da vegetação arbórea de um cerrado localizado no Município de Palmas, Estado do Tocantins. Foi realizado um inventário florestal em uma área de 10,15 ha de cerrado, considerando um processo de amostragem sistemático com o uso da razão onde os transectos apresentam 20 m de largura e comprimentos variáveis equidistantes 60 m. Cada transecto foi subdividido em parcelas de 400 m² (20 m x 20 m), demarcadas de forma permanente, visando o monitoramento da comunidade ao longo do tempo. Em cada parcela foram amostradas e identificadas todas as árvores vivas e mortas em pé, com DAP (diâmetro tomado à 1,30 m do solo) igual ou superior a 5 cm. Neste estudo, a suficiência amostral qualitativa foi avaliada pela curva espécie-área. O procedimento de regressão linear com resposta em platô (REGRELRP) foi utilizado. A suficiência amostral do inventário também foi avaliada quantitativamente considerando densidade (ind.ha⁻¹) e área basal (m².ha⁻¹) a uma precisão especificada de 20% ao nível de probabilidade de 95%. A diversidade florística foi avaliada em termos de índices, sendo o índice de diversidade de Shannon & Wiener (H') adotado. A estrutura da vegetação foi analisada com base nos parâmetros fitossociológicos da amostra por meio do Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies. A distribuição diamétrica da floresta foi também analisada segundo o princípio de floresta balanceada De Lioucourt. Em termos qualitativos, a equação de regressão linear com resposta em platô apresentou estatísticas satisfatórias, mostrando que a intensidade amostral utilizada foi aproximadamente 26% maior que a considerada suficiente. Quantitativamente, a suficiência amostral tanto para densidade quanto para a área basal resultou em erros dentro do admissível. Predominam na área as famílias Fabaceae, Chrysobalanaceae, Apocynaceae, Melastomataceae, Malpighiaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae e Connaraceae. E as espécies mais abundantes foram *Myrcia splendens*, *Emmotum nitens*, *Miconia albicans*, *Qualea parviflora*, *Xylopia aromática* e *Tapirira guianensis*. A diversidade florística do cerrado foi de 3,35 nats.ind⁻¹. A família com maior IVI no cerrado estudado foi Myrtaceae, seguida de Fabaceae, Vochysiaceae, Icacinaceae e Melastomataceae. A população amostrada foi dividida em 11 classes de diâmetro, com amplitude de classe igual a 5,0 cm. De uma maneira geral, segundo o Quociente De Lioucourt a floresta apresenta-se balanceada. Por estar no domínio do bioma Amazônico, a vegetação arbórea do cerrado apresenta maior porte que o registrado em outras regiões. O uso mútuo de ferramentas da composição florística, estrutura horizontal vertical e da distribuição diamétrica mostrou-se eficaz no entendimento da comunidade arbórea, e o cerrado, mesmo submetido a ações antrópicas, quando preservado apresenta uma capacidade de resiliência.

Palavras Chaves: Diversidade, Fitossociologia, Floresta balanceada, Regressão em platô, Resiliência.

ABSTRACT

This study aimed at describing the type, the resilience capacity, and the characterization of the floristic composition and of the woody vegetation structure of a fragment of “cerradão”, in the city of Palmas, state of Tocantins. A forest inventory was conducted in a 10.15 ha area of “cerradão”, using the process of systematic sampling in ratio. Transects measuring 20 meters of width and with variables lengths were established, distributed equidistantly 60 meters apart from each other. Each transect was subdivided into 400 m² (20 m x 20 m) parcels, permanently established in order to monitor the community throughout the time. In each parcel, the living trees and the ones which were dead but still standing, and that had a D.B.H. (diameter measured at 1,30 meters of the soil) of at least 5 cm, were identified and sampled. In this study, the qualitative sampling sufficiency was evaluated through the species-area curve. A response-plateau linear regression (RPLR) was performed. The sampling sufficiency of the inventory was also quantitatively evaluated considering the density (ind.ha⁻¹) and basal area (m². ha⁻¹), with a specified precision of 20% and a probability level of 95%. The floristic diversity was evaluated by indexes, and the Shannon & Wiener diversity index (H') was chosen. The vegetation structure was analyzed based on the sample's phytosociological parameters through the species Importance Value Index (IVI). The forest's diametric distribution was analyzed based on De Lioucourt principle of the balanced forest. Qualitatively, the response-plateau linear regression presented satisfactory statistics, showing that the sampling intensity was 26% higher than the level considered to be sufficient. Quantitatively, the sampling sufficiency for both the density and the basal area estimations resulted in acceptable errors. The main families in the area were Fabaceae, Chrysobalanaceae, Apocynaceae, Melastomataceae, Malpighiaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae and Connaraceae, and the most abundant species were *Myrcia splendens*, *Emmotum nitens*, *Miconia albicans*, *Qualea parviflora*, *Xylopia aromática* and *Tapirira guianensis*. The floristic diversity of the “cerradão” fragment was 3.35 nats/ind. The family with the biggest IVI of the fragment was the Myrtaceae family, followed by Fabaceae, Vochysiaceae, Icacinaceae and Melastomataceae. The sampled population was divided into 11 diameter classes, with class amplitudes of 5.0 cm. In general, according to the De Lioucourt quotient, the forest is balanced. Because it is in the Amazon biome domain, the woody vegetation of the “cerradão” is larger than it was registered in other regions. The simultaneous use of the tools for floristic composition, horizontal and vertical structures, and diametric distribution was effective for understanding the woody vegetation community and the “cerradão”. They showed that even under anthropic actions, when preserved, this vegetation has a resilience capacity.

Key words: Diversity, Phytosociology, Balanced forest, plateau regression, resilience.

1.1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, pesquisadores vêm apontando e destacando a importância do conhecimento da flora do Cerrado como meio de evidenciar e sustentar a necessidade de preservação de áreas representativas do bioma, bem como de chamar atenção sobre a sua importância em escala local, nacional e mundial, pois o mesmo é considerado um bioma que deve ser priorizado para conservação e o seu uso deve ser realizado de forma racional.

O bioma Cerrado possui uma das mais ricas e diversas floras do mundo (MARACAHIPES et al., 2011), distribuída entre diversos tipos fisionômicos que englobam formações florestais, savânicas e campestres (RIBEIRO; WALTER, 1998) e com ampla variação regional (RATTER et al., 2003; BRIDGEWATER et al., 2004). Sua flora possui elevado número de espécies endêmicas (RATTER et al., 1997, MACHADO et al., 2004).

Um estudo recente indicou que já foram identificadas no bioma cerca de 11.627 espécies vasculares de plantas superiores nativas (MENDONÇA et al., 2008).

Entre as formações florestais do Cerrado destaca-se o cerradão, que é uma formação florestal com aspectos xeromórficos, caracterizado pela presença de espécies que ocorrem no cerrado sentido restrito e também por espécies de mata.

Segundo Ferreira (2003), do ponto de vista fisionômico o cerradão é uma floresta, mas floristicamente é mais similar a um cerrado (formação savânica), apresentando dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode oscilar em torno dos 70%, com altura média do estrato arbóreo variando entre 8 e 15 m.

Os cerradões do Brasil Central apresentam elevada riqueza florística com cerca de 120 espécies vasculares por hectare (80 arbóreas e 40 arbustivo-herbácea) e densidade em torno de 1.200 plantas lenhosas por hectare, com DAP igual ou superior a 5 cm (FELFILI et al., 2002). Podem ser encontrados associados com outras formações vegetais, principalmente em áreas de contato. Portanto, a descrição da estrutura e composição florística dos fragmentos ainda existentes é de fundamental importância tanto para subsidiar estudos científicos, considerando as poucas informações existentes sobre essa fisionomia, quanto para auxiliar nas estratégias de conservação e uso racional dos seus recursos.

Geralmente o cerrado está associado às áreas de interflúvio, em terrenos bem drenados e com solos profundos (RIBEIRO; WALTER, 2008). Esses solos comumente são da classe dos Latossolos, com baixa e média fertilidade, mas ocorrem também em Cambissolos distróficos (RIBEIRO; WALTER, 2008).

O cerrado pode ser dividido em dois tipos: Mesotrófico, caracterizado por ocorrer em solos com níveis médios de nutrientes (teor de cálcio maior que 2 meq/100 g de solo e pH entre 5,5 e 7,0) com a presença de espécies como: *Luehea paniculata*, *Dilodendron bipinnatum*, *Terminalia argentea*, *Pseudobombax tomentosum*, *Dipteryx alata*, *Astronium fraxinifolium*, *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Guazuma ulmifolia*, *Plathypodium elegans* e *Aspidosperma subincanum*.

E Cerrados Distrófico, os quais são caracterizado por apresentar pH entre 4,0 e 4,8 e teores de cálcio menores que 0,5 meq/100 g de solo (RATTER et al., 1971; 1977; SOLÓRZANO, 2011) e com a presença de espécies como: *Emmotum nitens*, *Hirtella glandulosa*, *Ocotea spixiana*, *Sclerolobium paniculatum*, *Siparuna guianensis*, *Siphoneugena densiflora*, *Vochysia haenkeana*, e *Virola sebifera*.

No cerrado ocorrem espécies largamente utilizadas no meio rural para fins de construções e fonte de energia, que ao longo do tempo vêm sendo exploradas de forma desordenada, tanto construção civil como para a construção rural, podendo citar-se: *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera falcata*, *Dipteryx alata*, *Emmotum nitens*, *Hymenaea stilbocarpa*, *Copaifera langsdorffii*, *Dalbergia miscolobium*, dentre outras.

Durante várias décadas, áreas de cerrado vêm sendo desmatadas para implantação de empreendimentos agropecuários. As poucas áreas ainda existentes podem ser encontradas na forma de pequenos fragmentos em todos os estados onde o bioma Cerrado predomina. Geralmente, a maioria desses fragmentos apresenta sinais de perturbação antrópica.

O Estado do Tocantins, em especial, ainda possui alguns fragmentos naturais de cerrado protegidos e conservados, porém, nas últimas décadas a região também vem sendo ocupada de forma crescente e alarmante por outros usos, como pastagem, agricultura e plantações florestais (com destaque para os povoamentos de eucaliptos).

Os problemas apresentados justificam e reiteram ainda mais a necessidade de estudos que visem obter maior conhecimento sobre os aspectos florísticos, estruturais e de produção da vegetação do cerrado, bem como da necessidade de monitorar áreas de cerrado, sejam elas naturais ou submetidas a distúrbios naturais ou antrópicos, visando

subsidiar estratégias de conservação e uso sustentável da vegetação, bem como delinear medidas que visem a recuperação de ambientes degradados.

Segundo Guedes-Bruni et al. (2002), estudos florísticos têm como objetivo identificar as espécies que ocorrem em uma determinada área geográfica (CAVALCANTE et al., 2000; GUEDES-BRUNI et al., 2002), suas afinidades com outras espécies ou grupos de espécies, assim como sua distribuição espacial, tanto vertical como horizontal (CAVALCANTE et al., 2000), caracterizando o papel exercido por cada espécie dentro da comunidade (GAROMBONE et al., 1990).

Por essas razões, os dados florísticos são reconhecidos como uma das necessidades prioritárias para a conservação e uso racional de ecossistemas (GUEDES-BRUNI et al., 2002), contribuindo de forma decisiva na indicação dos estágios sucessionais da vegetação e na melhor avaliação da influência de fatores do clima, solo e intervenção antrópica (CAVALCANTE et al., 2000).

Dessa forma, o objetivo deste estudo é caracterizar a composição florística e a estrutura da vegetação arbórea de um cerrado localizado no Município de Palmas, Estado do Tocantins.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em um fragmento de cerrado de 10,15 hectares situado entre os paralelos 10° 10' 55'' e 10° 11' 20'' de latitude sul e entre os meridianos 48° 10' 50'' e 48° 10' 30'' de longitude oeste, pertencente ao Parque Estadual do Lajeado.

O Parque Estadual do Lajeado está localizado na região centro-oeste do Estado do Tocantins, próximo á cidade de Palmas, na área de Proteção Ambiental (APA) da Serra do Lajeado, a 500 m de altitude (Figura 1.1).

O parque foi criado em 11 de maio de 2001 pela Lei nº 1.224 e encontra-se dentro do domínio do bioma Cerrado, ocupando uma área de 9.931 ha, entre os paralelos 10° 00' a 10° 11' de latitude Sul e os meridianos 48° 10' e 48° 19' de longitude Oeste (MIRANDA; BOGNOLA, 1999).

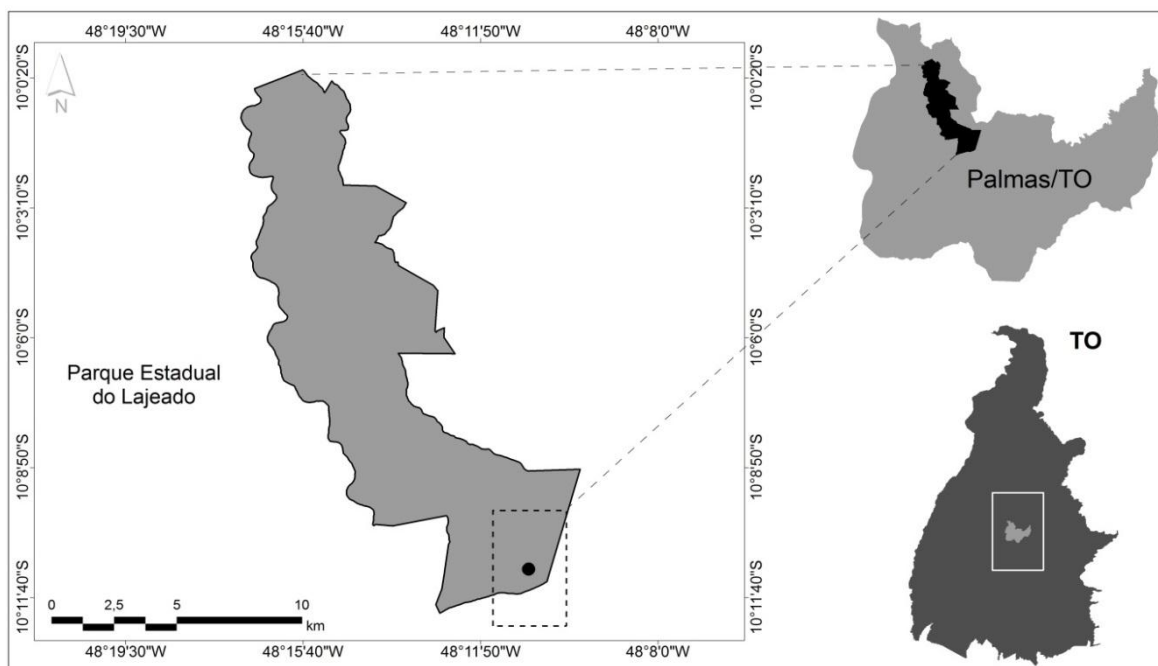


Figura 1.1: Localização da área de estudo em relação ao Município de Palmas e ao Estado do Tocantins.

O solo predominante na referida área de estudo, de acordo com a classificação da Embrapa (2007), é o Latossolo Vermelho Escuro, não hidromórfico com horizonte B latossólico, apresentando relação molecular K_i baixa, inferior a 1,9. Os solos em sua maior parte são álicos, ou seja, com percentagem de saturação de alumínio superior a 50% atingindo até valores próximos a 95%. Apresentam textura média e são normalmente muito profundos ou profundos, bem drenados, com sequência de horizontes A, B e C e com transições difusas e graduais entre os subhorizontes.

A região apresenta relevo plano, ondulado e o clima, conforme a classificação de Köppen e Geiger (1928) e Thornthwaite (1948) é do tipo C2wA'a', caracterizado pela ocorrência de duas estações, ou seja: uma estação seca de maio a setembro e uma estação chuvosa de outubro a abril, sendo úmido e sub-úmido com moderada deficiência hídrica no inverno. O índice de umidade positivo varia de 0 a 40%, com total pluviométrico chegando a 1700 mm ao ano.

O cerradão estudado é caracterizado como distrófico (RATTER et al., 1971), sobre solo bem drenado. As árvores atingem cerca de 22 m de altura, com copas que se tocam. Predominam na área as espécies *Myrcia splendens*, *Emmotum nitens* e *Qualea parviflora*. O sub-bosque é ralo e aberto. Estas características são semelhantes às de outros cerradões distróficos localizados em diferentes regiões do país (RATTER et al., 1973; RATTER,

1987; FELFILI et al., 2002; LIMA JÚNIOR, 2007; SILVA, 2009 e CAMILOTTI; PAGOTTO; ARAÚJO, 2011), com exceção da altura máxima das árvores, que na maioria das áreas não ultrapassa 17 metros.

Uma provável explicação para a altura máxima registrada no cerradão estudado é o fato da proximidade com a região amazônica. Logo, os períodos de seca são menores, além da ocorrência de maior precipitação, o que implica em um menor déficit hídrico, resultando em árvores de maior porte.

1.2.2. Coleta de dados

1.2.2.1. Inventário Florestal

Um inventário florestal foi realizado na área do fragmento de cerradão, considerando um processo de amostragem sistemático com o uso da razão para as estimativas de densidade, área basal, volume, biomassa e carbono (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997), onde oito transectos de 20 m de largura e comprimentos variáveis foram implantados, equidistantes 60 m. Para o estudo da florística e da fitossociologia cada transecto foi subdividido em parcelas de 400 m² (20 m x 20 m), demarcadas de forma permanente, com estacas de ferro (Figura 1.2), visando o monitoramento da comunidade ao longo do tempo. No total foram implantados oito transectos equidistantes, de comprimentos variáveis, e 54 parcelas de 400 m², totalizando 2,16 ha amostrados, distribuídas entre os transectos, conforme Figura 1.3. Os transectos, e cada parcela dentro dos transectos, foram georreferenciados utilizando GPSMAP 60 CSx.



Figura 1.2: Demarcação das unidades amostrais para o inventário florestal em um fragmento de cerradão localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

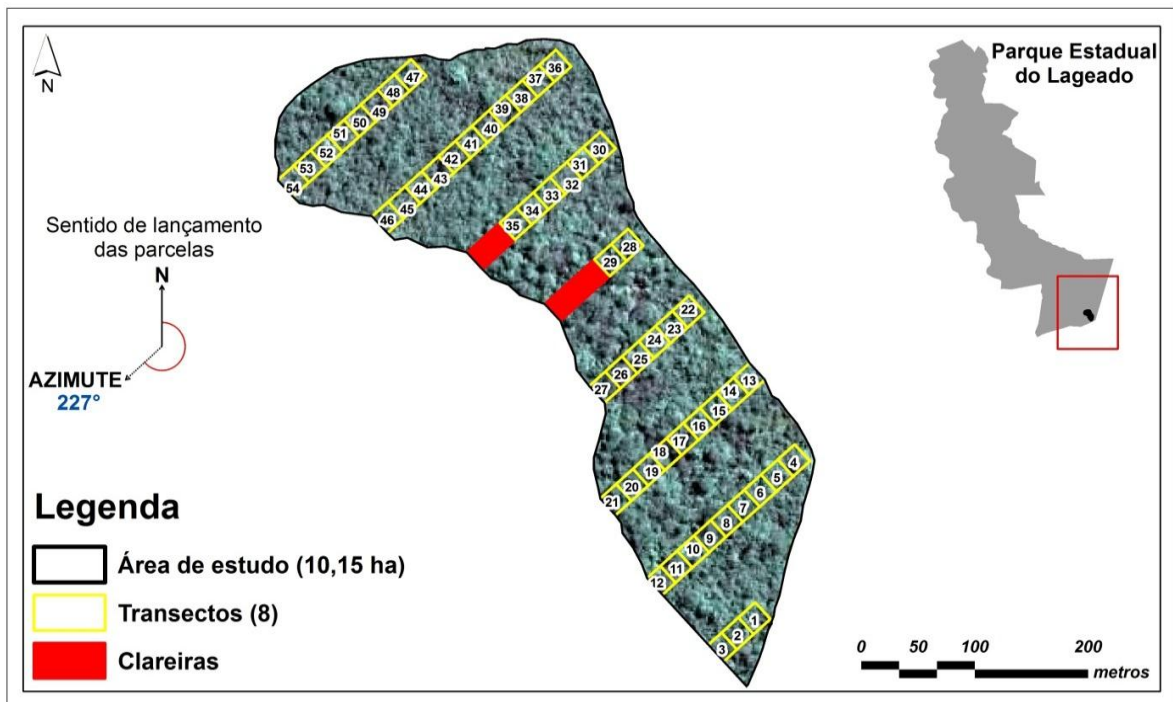


Figura 1.3: Perspectiva dos transectos e sentido do estabelecimento das parcelas em um fragmento de cerradão, localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

Em cada parcela foram amostradas e identificadas todas as árvores vivas e mortas em pé, com DAP (diâmetro tomado à 1,30 m do solo) igual ou superior a 5 cm.

Todas as árvores amostradas tiveram as variáveis DAP e altura total mensuradas. Os diâmetros foram medidos utilizando uma suta e a medição da altura foi realizada com o auxílio de uma régua telescópica de 15 m (Figura 1.4). Alturas superiores a 15 m foram estimadas visualmente, tomando como referência a própria régua.



Figura 1.4: Obtenção da variável altura.

O DAP foi medido em duas direções perpendiculares, pois grande parte dos troncos apresenta seção irregular. Assim, o DAP da árvore foi calculado a partir da média quadrática dos dois diâmetros tomados perpendicularmente entre si.

Para árvores com mais de um fuste saindo abaixo do DAP, foi realizada a medição do DAP e da altura total de cada fuste separadamente, os quais foram enumerados com etiquetas metálicas. Assim, foi calculada uma área seccional para cada fuste, sendo a área basal resultado da soma das áreas seccionais de todos os fustes identificados com $DAP \geq 3,0$ cm. Para efeito do cálculo da densidade de árvores por espécie e por hectare foi considerado que os fustes perfilhados formam um único indivíduo, evitando, desta forma, superestimar a densidade de indivíduos (MENDONÇA et al., 2010).

Cada fuste amostrado na área recebeu uma etiqueta de alumínio, contendo um código de identificação, que incluiu o número do transecto, o número da parcela e o número do fuste. Todas as árvores medidas no interior de cada parcela também foram georreferenciadas em relação ao canto direito inferior de cada parcela, utilizando coordenadas X e Y.

Coletas botânicas foram realizadas (Figura 1.5) e o material coletado (material vegetativo e fértil) foi prensado e seco em estufa (MORI et al., 1985).

A identificação do material botânico em níveis de família, gênero e espécie (APG III, 2009) foi realizada *in loco* ou por meio de consultas à chaves analíticas, em herbários e à especialistas.



Figura 1.5: Coleta do material botânico no fragmento de cerradão no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

1.2.3. Análise de dados

1.2.3.1. Esforço amostral

A suficiência amostral é conhecida como uma análise quantitativa e/ou qualitativa que permite saber se uma determinada intensidade de amostragem é representativa ou não em uma área pré-estabelecida, considerando uma determinada variável de interesse.

Qualitativamente, a suficiência amostral pode ser avaliada pela curva espécie-área ou curva do coletor (SCHILLING; BATISTA, 2008). A curva espécie-área consiste em uma curva acumulada de espécies registradas à medida que se aumenta a área amostrada e avalia a precisão do inventário em conceber a riqueza de espécies da área de estudo, indicando a relação entre o número de espécies e a área amostrada (MACCUNE et al., 2002; DURINGAN, 2003; SCHILLING; BATISTA, 2008; SILVA, 2011).

Neste estudo, a suficiência amostral qualitativa foi avaliada pela curva espécie-área. O procedimento de regressão linear com resposta em platô (REGRELRP) foi utilizado para avaliar a suficiência amostral a partir da curva espécie-área. O modelo de regressão é dado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X + \varepsilon$$

em que:

Y = Número acumulado de espécies;

X = Número de parcelas amostradas;

β_0 , β_1 = Coeficientes a serem ajustados;

ε = Erro associado ao modelo.

O ajuste do modelo foi realizado pelo método Solver do *Microsoft Excel* 2010.

A regressão linear com resposta em platô é utilizada para a análise de modelos matemáticos descontínuos, sendo classificada como uma regressão segmentada. A segmentação do modelo se dá em um único ponto, o que proporciona a formação de um bissegmento, o qual se torna constante.

A precisão ou erro amostral do inventário foi obtido segundo (HUSCH, MILLER; BEERS, 1982; PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

1.2.3.2. Caracterização Florística

A caracterização da flora arbórea do cerradão foi caracterizada a partir da sua composição, riqueza e diversidade florística. Uma lista contendo todas as espécies registradas na área, classificadas ao nível de gênero e família, foi produzida.

A diversidade florística foi avaliada em termos de índices que expressam dois componentes: o número relativo de espécies (diversidade) e a uniformidade da distribuição da abundância entre as espécies da comunidade (equitabilidade). O índice de diversidade de Shannon & Wiener (H'), que combina a riqueza de espécies com abundância, foi utilizado para avaliar a diversidade florística. Esse índice atribui maior valor às espécies raras e é considerado dos melhores índices para ser usado em comparações. Em geral, seu valor varia de 1,5 e 3,5 em casos excepcionais chegam aos 4,5 (FELFILI; REZENDE, 2003).

O índice de diversidade de Shannon e Wiener (H') é calculado a partir da seguinte fórmula (MAGURRAN, 1988):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

em que:

H' = Índice de Shannon & Wiener;

p_i = Proporção da espécie i em relação ao número total de espécies;

i = Espécie ($i = 1, 2, 3 \dots S$);

\ln = Logaritmo neperiano base n .

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

$$E_{H'} = \frac{H'}{\ln S}$$

em que:

$E_{H'}$ = Índice de Equabilidade de Pielou;

H' = Índice de Shannon;

\ln = Logaritmo neperiano base n ;

S = Número total de espécies.

1.2.3.3. Estrutura da vegetação

1.2.3.3.1. Estrutura fitossociológica

Foi realizada a análise fitossociológica da amostra por meio do Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies. Este índice reflete o grau de importância ecológica de uma determinada espécie ou família, integrando dados estruturais e florísticos (KENT; COKER, 1994). O IVI consiste na soma de três componentes sendo duas quantitativas: a abundância, que representa a densidade de indivíduos, e a dominância, que expressa sua ocupação em termos de área basal, e uma qualitativa: a frequência, baseada na presença/ausência da espécie ou família em cada unidade amostral (parcela) e representa sua distribuição espacial (KENT; COKER, 1992; MÜELLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974).

Tabela 1.1 - Parâmetros Fitossociológicos.

| Variáveis fitossociológicas | Unid. | Fórmula |
|---|----------------------------------|--|
| Densidade Absoluta da espécie i (DA_i) | ind.ha ⁻¹ | $DA_i = \frac{N_i}{A}$ |
| Densidade Relativa da espécie i (DR_i) | % | $DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^n DA_i} \cdot 100$ |
| Dominância Absoluta da espécie i (DoA_i) | m ² .ha ⁻¹ | $DoA_i = \frac{G_i}{A}$ |
| Dominância Relativa da espécie i (DoR_i) | % | $DoR_i = \frac{DoA_i}{\sum_{i=1}^n DoA_i} \cdot 100$ |
| Frequência Absoluta da espécie i (FA_i) | % | $FA_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \cdot 100$ |
| Frequência Relativa da espécie i (FR_i) | % | $FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^n FA_i} \cdot 100$ |
| Índice de Valor de Importância da espécie i (IVI_i) | % | $IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i$ |

G_i = Área basal da espécie i; F_i = Número de parcelas onde ocorreu a espécie i; A = Área total amostrada.

1.2.3.3.2. Estrutura diamétrica

Segundo Daubenmire (1968), a distribuição diamétrica é um elemento que pode mostrar o equilíbrio de uma população ou comunidade, quando esta possui séries completas de classes de diâmetro. De acordo com Cavalcanti (1998), a maior densidade nas classes mais baixas de diâmetro é uma garantia de sobrevivência da espécie, enquanto a ausência de indivíduos em determinadas classes pode indicar substituição de uma espécie na sucessão, ou algum tipo de distúrbio.

A distribuição diamétrica das árvores do cerradão foi analisada, considerando o intervalo de classe de 5 cm visando comparar os resultados com outros estudos (COSTA; ARAÚJO, 2001; TOPPA, PIRES; DURIGAN, 2004; LIMA JÚNIOR, 2007; SILVA, 2009; e CAMILOTTI, PAGOTTO; ARAUJO (2011).

A distribuição diamétrica da floresta foi também analisada segundo o princípio de floresta balanceada De Lioucourt, citado por Meyer et al. (1961). Segundo o princípio De Lioucourt, em uma floresta balanceada a razão entre o número de árvores entre classes de diâmetro sucessivas é constante. Essa razão, denominada de quociente De Lioucourt (q), parte do pressuposto que existe uma razão entre N/ha em sucessivas classes diamétricas de ordem decrescente. Sendo assim, o quociente “q” De Lioucourt foi obtido a partir da seguinte expressão:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{n_3}{n_4} = \frac{n_{n-1}}{n_n} = q$$

em que:

n_1 = Número de indivíduos na primeira classe de diâmetro;

n_2 = Número de indivíduos na segunda classe de diâmetro;

n_n = Número de indivíduos na n-ésima classe de diâmetro;

q = Quociente De Lioucourt.

1.2.3.3.3. Estrutura vertical

A estrutura vertical é a distribuição de biomassa ao longo do perfil vertical do ecossistema (LOUMAN et al., 2001). Na análise estrutural das florestas, deve estar incluída a Estrutura Vertical. Somente parâmetros da estrutura horizontal, em muitos casos não permitem uma caracterização verdadeira de ordem de importância ecológica das espécies. Dessa maneira, as espécies que compõem a floresta ficam mais corretamente situadas na ordem ecológica que lhes correspondem, por meio da associação das estruturas horizontal e vertical, o que permite assim, uma planificação silvicultural sobre bases reais.

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1. Suficiência amostral

A curva espécie-área resultante do inventário florístico realizado nas 54 parcelas de 20 x 20 m amostradas no fragmento de cerradão do Parque Estadual do Lajeado – TO é apresentada na Figura 1.6. Observa-se que o número de espécies amostradas apresenta formato exponencial crescente com o aumento da área amostrada, mas, ocorrem variações ao longo da curva, com tendências a estabilização.

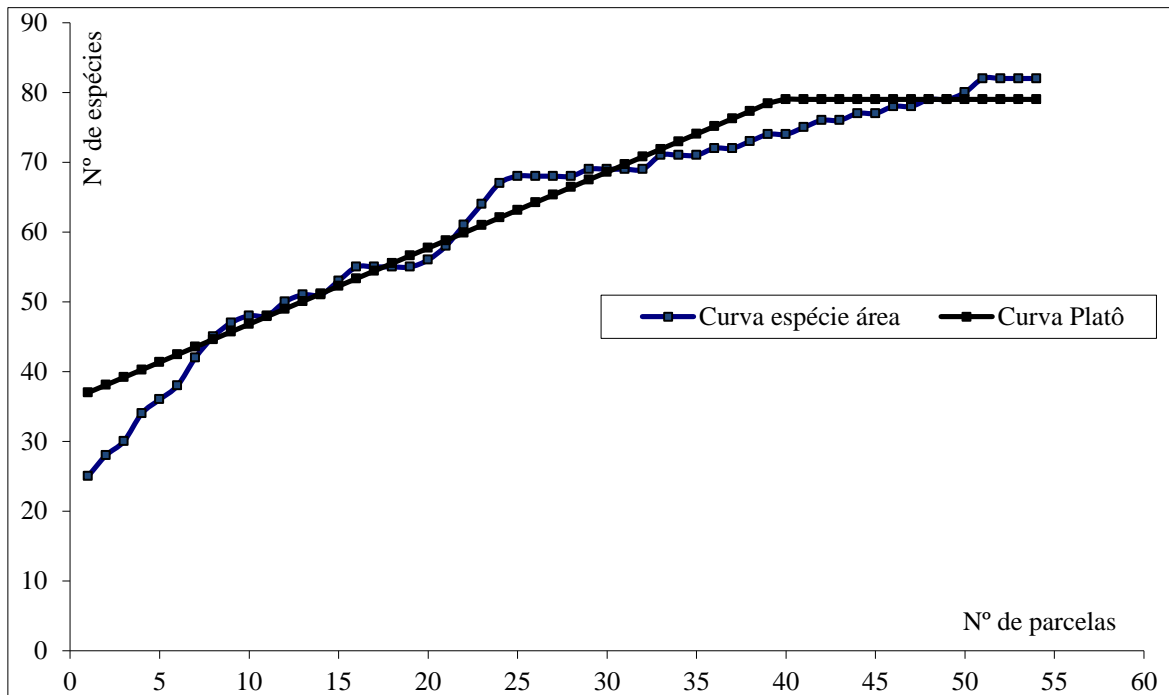


Figura 1.6: Curva espécie-área e curva platô das espécies amostradas no cerradão.

A curva com resposta em platô (Figura 1.6), que garante maior confiabilidade sobre a estabilidade da curva espécie-área (NAPPO et al., 1999), mostra que a suficiência amostral seria atingida amostrando-se apenas cerca de 40 parcelas. A equação de regressão linear com resposta em platô ajustada foi: $Y = 35,8951 + 1,090 \cdot X$ ($R^2 = 0,91$ e $S_{yx}(\%) = 7,81$). Nota-se que a equação ajustada apresentou boas estatísticas tanto de ajuste quanto de precisão com coeficiente de determinação superior a 90% e o erro padrão da estimativa inferior a 8%.

Os resultados mostram que a intensidade amostral utilizada (54 parcelas de 0,04 ha) foi aproximadamente 26% maior que a considerada suficiente pela regressão com resposta em platô. Portanto, a estabilização da riqueza florística ocorreu com a amostragem de uma área de cerradão igual a aproximadamente 1,6 ha. Neste ponto, cerca de 96,34% do total das espécies já haviam sido representadas na amostra. Ferreira (1997) e Rocha (2011) afirmaram que a formação de um platô, garante a condição mínima necessária para abranger toda a composição florística de uma floresta.

No entanto, o presente estudo mostra que o platô foi alcançado antes da estabilização total da curva espécie-área. Este resultado deve ser uma tendência para a maioria dos estudos em vegetações tropicais, que são caracterizadas por apresentar grande riqueza florística e diferentes formas de distribuição espacial das espécies. Portanto, para

essas formações vegetais é provável que à medida que se aumenta a área amostrada alguma nova espécie possa surgir.

A riqueza florística total de uma comunidade somente é obtida com a realização de um censo na área. Para comunidades arbóreas tropicais, acredita-se que a riqueza de espécies alcança uma ligeira estabilização assintótica da curva espécie-área entre 1 e 3 ha (CONDIT et al., 1996; SCOLFORO et al., 2008), o que foi corroborado com a curva resposta em platô gerada no presente estudo, que teve a suficiência amostral estabilizada em 1,6 hectares.

Pires-O'Brien; O'Brien (1995) consideram que o valor da área mínima de amostragem é geralmente fornecido pela assíntota da curva espécie-área e que essa área tende a incluir pelo menos 90% das espécies da área amostrada. Logo, no presente estudo, a assíntota da curva com resposta em platô apresentou valores superiores a 96%, sendo considerada altamente confiável.

Em termos quantitativos, a suficiência amostral tanto para densidade quanto para a área basal resultou em erros amostrais satisfatórios (Tabela 1.2).

Observa-se na Tabela 1.2 que a intensidade amostral utilizada no inventário foi suficiente já que o erro amostral, considerando as duas variáveis analisadas, foi bem inferior a 20%, ao nível de 95% de probabilidade.

Tabela 1.2 - Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando as variáveis densidade e dominância em fragmento de cerradão localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

| Estimativa dos parâmetros | Densidade (ind. ha ⁻¹) | Área basal (m ² . ha ⁻¹) |
|------------------------------|------------------------------------|---|
| Média | 1.228 | 17,3484 |
| Coefficiente de variação (%) | 20,95 | 34,95 |
| Erro amostral | 63 | 1,3645 |
| Erro amostral (%) | 5,10 | 7,86 |
| Intervalo de Confiança | $1.165 \leq x \leq 1.291$ | $15,9848 \leq x \leq 18,7186$ |
| Intensidade amostral | 34 | 36 |

Nível de 95% probabilidade.

A densidade média de árvores na área de estudo (1.228 árv.ha⁻¹) está dentro de uma faixa que tem sido registrada em outras áreas de cerradão. Toppa (2004), estudando áreas de cerradão no Município de Luiz Antônio – SP, registrou densidades em torno de 1.212 árv.ha⁻¹. Souza et al. (2008; 2010) estudaram duas áreas de cerradão no Município de Paraopeba – MG, com densidades iguais a 1.251 e 1.172 árv.ha⁻¹. Estes valores corroboram

com os estudos realizados por Felfili et al. (2002), que verificaram que a densidade média de plantas lenhosas do cerrado, com DAP ≥ 5 cm, fica em torno de 1.200 árv.ha⁻¹.

1.3.2. Florística

Na área amostrada foram mensuradas 2.653 árvores, sendo 319 mortas em pé. As árvores vivas pertenciam a 82 espécies, 60 gêneros e 34 famílias botânicas (Tabela 1.3). Embora o cerrado estudado apresente grande riqueza de espécies, o número de famílias registrado na área foi inferior quando comparado a outras áreas de cerrado em diferentes regiões do Cerrado. Costa e Araújo (2001) registraram 41 famílias em um cerrado de Uberlândia- MG. Durigan et al. (1997) registraram 37 famílias em Assis – SP e Durigan et al. (1999) registraram 53 famílias em outro cerrado também em Assis/SP.

Tabela 1.3 - Composição florística da vegetação arbórea amostrada em um fragmento de cerrado localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

| Família | Espécie |
|------------------|--|
| Anacardiaceae | <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. <i>Tapirira obtuse</i> (Benth.) J.D.Mitchell <i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth |
| Annonaceae | <i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E. Fr. <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. |
| Apocynaceae | <i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart. <i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. <i>Hancornia speciosa</i> Gomez. <i>Himatanthus obovatus</i> (Müll.Arg.) <i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) |
| Araliaceae | <i>Schefflera vinosa</i> (Cham & Schltdl.) Frodin & Fiasch |
| Asteraceae | <i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker |
| Burseraceae | <i>Protium heptaphyllum</i> March. <i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) |
| Caryocaraceae | <i>Caryocar coriaceum</i> Wittm. |
| Chrysobalanaceae | <i>Couepia grandiflora</i> Benth. <i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc. <i>Hirtella glandulosa</i> Spreng. <i>Licania apetala</i> (E. Meyer) Fritsch. <i>Licania egleri</i> Prance. <i>Licania gardneri</i> (Hook f.) Fritsch. <i>Licania kunthiana</i> Hook. f. |
| Clusiaceae | <i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. |

Continua...

Continuação...

| Família | Espécie |
|-----------------|---|
| Connaraceae | <i>Connarus perrottetii</i> (DC.) Planch. <i>Connarus suberosus</i> Planch <i>Rourea induta</i> Planch. |
| Dilleniaceae | <i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil. |
| Ebenaceae | <i>Diospyros hispida</i> Alph. D. C. <i>Diospyros sericea</i> (Bernh.) |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum daphnites</i> Mart. |
| Euphorbiaceae | <i>Mabea fistulifera</i> Mart. <i>Maprounea guianensis</i> Aubl. |
| Fabaceae | <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth. <i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul. <i>Dalbergia densiflora</i> Benth. <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. <i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul. <i>Hymenaea martiana</i> Hayne. <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne. <i>Hymenolobium petraeum</i> Duke. |
| Fabaceae | <i>Inga alba</i> (Sw.) Willd. <i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel. <i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. <i>Parkia platycephala</i> Benth. <i>Parkia reticulata</i> Ducke. <i>Tachigali vulgaris</i> L. G. Silva & H. C. Lima. <i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke. |
| Humiriaceae | <i>Sacoglottis guianensis</i> Benth. |
| Icacinaceae | <i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers. |
| Lauraceae | <i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez. <i>Ocotea pulchella</i> Mart. |
| Lythraceae | <i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil. <i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl. |
| Malpighiaceae | <i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth. <i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb. <i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss. <i>Byrsonima sericea</i> A.Juss. |
| Malvaceae | <i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Rob. <i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott. & Endl. |
| Melastomataceae | <i>Miconia albicans</i> (Swartz) <i>Miconia cuspidata</i> Mart. ex Naudin. <i>Miconia pepericarpa</i> Mart. ex DC. <i>Mouriri glazioviana</i> Cogn. <i>Mouriri pusa</i> Gardner. |

Continua...

Continuação...

| Família | Espécie |
|---------------|---|
| Myristicaceae | <i>Virola sebifera</i> Aubl. |
| Myrtaceae | <i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC. <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC. |
| Ochnaceae | <i>Ouratea ovalis</i> (Pohl) Engl. |
| Opiliaceae | <i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f. |
| Proteaceae | <i>Roupala montana</i> Aubl. |
| Rubiaceae | <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC. <i>Ferdinandusa elliptica</i> Pohl. Pl. Bras. |
| Salicaceae | <i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb. <i>Casearia grandiflora</i> Camb. |
| Sapindaceae | <i>Matayba guianensis</i> Aubl. |
| Sapotaceae | <i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk. |
| Simaroubaceae | <i>Simarouba versicolor</i> St. Hil. |
| Siparunaceae | <i>Siparuna guianensis</i> Aubl. |
| Vochysiaceae | <i>Qualea grandiflora</i> Mart. <i>Qualea multiflora</i> Mart. <i>Qualea parviflora</i> Mart. <i>Vochysia gardneri</i> Warm. |

A família com o maior número de espécies foi a Fabaceae (15), seguida por Chrysobalanaceae (7), Apocynaceae e Melastomataceae (5), Malpighiaceae e Vochysiaceae (4), Anacardiaceae e Connaraceae (3). Essas oito famílias incluíram 56% de todas as espécies encontradas na presente área de estudo. Das 34 famílias encontradas no presente estudo, 16 apareceram em apenas uma parcela e com densidade igual a 1.

A família Fabaceae foi a mais importante em número de espécies, semelhante ao que foi encontrado em outros estudos em área de cerrado como Ribeiro et al. (1985), no Distrito Federal; Toppa (2004), em Luiz Antônio SP; Lima Junior (2007), no Mato Grosso; Silva (2009), no Distrito Federal e Camilotti, Pagotto, Araújo (2011), no Mato Grosso do Sul. Esta família também é citada como predominante em riqueza em outros estudos em áreas de cerrados, cerradões, florestas semidecíduas e mata de galeria (LIMA et al., 2010; SOUZA et al., 2010; MARACAHIPES et al., 2011; SILVA, 2011; ROCHA, 2012; MENDONÇA, 2012), o que demonstra sua importância para diferentes fisionomias do Cerrado.

Embora a composição florística entre áreas distintas esteja relacionada com fatores ambientais como: temperatura, precipitação, fatores edáficos, declividade do terreno, entre

outros, a predominância das leguminosas pode ser atribuída à capacidade de fixação biológica de nitrogênio de muitas espécies desta família, facilitando a regeneração em solos de baixa fertilidade e degradados (CAMPELLO, 1998, CARVALHO, 1998 e SOUZA et al., 2010), e à capacidade que muitas espécies desta família têm de rebrotar a partir de raízes (RODRIGUES et al., 2004).

Os gêneros que mais destacaram foram *Licania* e *Byrsonima* (4), *Parkia*, *Miconia* e *Qualea* (3), e as espécies mais abundantes foram *Myrcia splendens* (416), *Emmotum nitens* (274), *Miconia albicans* (223), *Qualea parviflora* (211), *Xylopia aromática* (205) e *Tapirira guianensis* (164). Juntas, correspondem a mais de 60% de todos os indivíduos inventariados. Tais resultados são diferentes aos encontrados por Souza et al. (2008), que estudaram áreas de cerrado em Paraopeba, MG, e constataram o domínio das espécies *Myracrodruon urundeuva*, *Callisthene major*, *Cassia apoucouita* e *Rollinia sylvatica*, as quais não foram encontradas no presente estudo. Todavia, no estudo realizado por Souza et al. (2008), foi verificada a presença de espécies como *Caryocar coriaceum*, *Emmotom nitens* e *Lafoensia pacari*, todas encontradas no presente estudo, corroborando, assim, com as afirmações de Ratter et al. (1971) e Solórzano (2011) sobre a existência de dois tipos distintos de cerrado.

A diversidade florística do cerrado foi de 3,35 nats/ind. Este valor é semelhante aos encontrados por outros pesquisadores como: Felfili et al. (1993), que estudaram várias áreas de cerrado na Chapada Pratinha com diversidade média de 3,08 nats/ind; Marimon Junior; Haridasan (2005), Pereira-Silva et al. (2004) e Costa ; Araújo (2001), que encontraram valores de diversidade iguais a 3,50, 3,37 e 3,54 nats/ind., respectivamente; Camilotti (2006) que encontrou uma diversidade de 3,08 nats/ind., para um cerrado no Município de Bandeirantes-MS e Guilherme ; Nakajima (2007) que encontraram um índice de diversidade igual a 2,92 nats/ind., em área de cerrado no Município de Uberlândia-MG.

Solórzano (2011) estudou áreas de cerrado localizadas em diferentes regiões, tomando como medida o $DAP \geq 5$ cm e verificou que os valores de diversidade estão compreendidos entre 2,92 e 3,54 nats/ind.

A equabilidade, que foi igual a 0,76, está dentro do intervalo geralmente observado em áreas de cerrado (FELFILI et al., 1994; COSTA; ARAÚJO, 2001; MARIMON JUNIOR; HARIDASAN, 2005; SALIS et al., 2006; GUILHERME; NAKAJIMA, 2007), que varia de 0,73 (GUILHERME; NAKAJIMA, 2007) a 0,91 (SALIS et al., 2006). A

equabilidade encontrada no cerradão do Parque Estadual do Lajeado indica que a diversidade encontrada foi superior a 75% do valor máximo possível ($H_{máx}$), apontando para uma diversidade considerável e com a possível dominância de algumas espécies na área (MAGURRAN, 1988).

1.3.3. Estrutura da Vegetação

1.3.3.1. Análise fitossociológica

A Tabela 1.4 apresenta o resultado da análise fitossociológica do cerradão do Parque Estadual do Lajeado. Foram registradas na área de estudo 1.228 arv. ha⁻¹, incluindo árvores vivas e mortas em pé, com DAP \geq 5 cm. Do total de árvores registradas, 80 (6,51%) estavam mortas em pé. Os DAP's das árvores variaram de 5 a 65 cm, com média de 11,55 cm (CV = 60,86%) e as alturas, de 3 a 21 m, com média de 9,5 m (CV = 27,48%).

Tabela 1.4 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em um fragmento de cerradão localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

| Nome Científico | DA ind.ha ⁻¹ | DR % | FA | FR % | DoA m ² .ha ⁻¹ | DoR % | IVI % |
|--------------------------------|-------------------------|-------|----|------|--------------------------------------|-------|-------|
| <i>Myrcia splendens</i> | 193 | 16,91 | 65 | 4,51 | 2,56 | 15,86 | 12,43 |
| <i>Emmotum nitens</i> | 127 | 11,14 | 81 | 5,67 | 2,18 | 13,54 | 10,12 |
| <i>Qualea parviflora</i> | 98 | 8,58 | 80 | 5,54 | 1,31 | 8,13 | 7,42 |
| <i>Xylopia aromatica</i> | 95 | 8,33 | 81 | 5,67 | 0,81 | 5,02 | 6,34 |
| <i>Tapirira guianensis</i> | 78 | 6,83 | 50 | 3,48 | 1,36 | 8,43 | 6,24 |
| <i>Miconia albicans</i> | 103 | 9,07 | 81 | 5,67 | 0,38 | 2,35 | 5,69 |
| <i>Parkia platycephala</i> | 25 | 2,2 | 56 | 3,87 | 1,09 | 6,79 | 4,28 |
| <i>Caryocar coriaceum</i> | 23 | 2,03 | 50 | 3,48 | 0,97 | 6,03 | 3,85 |
| <i>Tachigale vulgaris</i> | 33 | 2,93 | 56 | 3,87 | 0,7 | 4,36 | 3,72 |
| <i>Mezilaurus itauba</i> | 34 | 2,97 | 33 | 2,32 | 0,66 | 4,08 | 3,12 |
| <i>Maprounea guianensis</i> | 23 | 2,03 | 46 | 3,22 | 0,2 | 1,25 | 2,17 |
| <i>Pouteria ramiflora</i> | 13 | 1,18 | 33 | 2,32 | 0,44 | 2,72 | 2,07 |
| <i>Byrsonima sericea</i> | 15 | 1,34 | 37 | 2,58 | 0,24 | 1,48 | 1,8 |
| <i>Miconia cuspidata</i> | 19 | 1,71 | 33 | 2,32 | 0,22 | 1,36 | 1,8 |
| <i>Aspidosperma subincanum</i> | 14 | 1,22 | 37 | 2,58 | 0,17 | 1,06 | 1,62 |
| <i>Tapirira obtusa</i> | 14 | 1,22 | 30 | 2,06 | 0,19 | 1,2 | 1,49 |
| <i>Qualea grandiflora</i> | 13 | 1,1 | 37 | 2,58 | 0,12 | 0,75 | 1,48 |
| <i>Erythroxylum daphnites</i> | 17 | 1,46 | 33 | 2,32 | 0,05 | 0,31 | 1,36 |
| <i>Ferdinandusa elliptica</i> | 6 | 0,57 | 13 | 0,9 | 0,38 | 2,35 | 1,27 |
| <i>Byrsonima pachyphylla</i> | 11 | 0,98 | 30 | 2,06 | 0,12 | 0,75 | 1,26 |
| <i>Virola sebifera</i> | 13 | 1,1 | 28 | 1,93 | 0,11 | 0,7 | 1,24 |

Continua ...

Continuação ...

| Nome Científico | DA ind.ha ⁻¹ | DR % | FA | FR % | DoA m ² .ha ⁻¹ | DoR % | IVI % |
|----------------------------------|-------------------------|------|----|------|--------------------------------------|-------|-------|
| <i>Sacoglottis guianensis</i> | 12 | 1,02 | 24 | 1,68 | 0,11 | 0,68 | 1,12 |
| <i>Byrsonima laxiflora</i> | 14 | 1,22 | 24 | 1,68 | 0,07 | 0,46 | 1,12 |
| <i>Ouratea ovalis</i> | 11 | 0,98 | 28 | 1,93 | 0,06 | 0,37 | 1,09 |
| <i>Vochysia gardneri</i> | 12 | 1,06 | 26 | 1,8 | 0,07 | 0,41 | 1,09 |
| <i>Inga alba</i> | 10 | 0,85 | 15 | 1,03 | 0,12 | 0,76 | 0,88 |
| <i>Siparuna guianensis</i> | 10 | 0,89 | 19 | 1,29 | 0,07 | 0,43 | 0,87 |
| <i>Connarus suberosus</i> | 6 | 0,49 | 17 | 1,16 | 0,11 | 0,67 | 0,77 |
| <i>Byrsonima coccolobifolia</i> | 6 | 0,53 | 20 | 1,42 | 0,05 | 0,33 | 0,76 |
| <i>Licania apetala</i> | 6 | 0,53 | 17 | 1,16 | 0,07 | 0,45 | 0,71 |
| <i>Protium heptaphyllum</i> | 6 | 0,53 | 17 | 1,16 | 0,04 | 0,24 | 0,64 |
| <i>Piptocarpha macropoda</i> | 4 | 0,33 | 15 | 1,03 | 0,02 | 0,15 | 0,5 |
| <i>Simarouba versicolor</i> | 4 | 0,37 | 11 | 0,77 | 0,05 | 0,32 | 0,49 |
| <i>Himatanthus sucuuba</i> | 3 | 0,28 | 11 | 0,77 | 0,05 | 0,32 | 0,46 |
| <i>Bocageopsis multiflora</i> | 5 | 0,41 | 9 | 0,64 | 0,04 | 0,23 | 0,43 |
| <i>Dyospiros sericea</i> | 3 | 0,24 | 7 | 0,52 | 0,07 | 0,45 | 0,4 |
| <i>Licania eglei</i> | 5 | 0,41 | 7 | 0,52 | 0,04 | 0,27 | 0,4 |
| <i>Physocalymma scaberrimum</i> | 3 | 0,24 | 6 | 0,39 | 0,07 | 0,45 | 0,36 |
| <i>Eriotheca gracilipes</i> | 3 | 0,24 | 9 | 0,64 | 0,03 | 0,19 | 0,36 |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> | 3 | 0,24 | 7 | 0,52 | 0,05 | 0,31 | 0,36 |
| <i>Mouriri pusa</i> | 1 | 0,08 | 4 | 0,26 | 0,11 | 0,66 | 0,33 |
| <i>Aspidosperma macrocarpon</i> | 3 | 0,24 | 4 | 0,26 | 0,06 | 0,37 | 0,29 |
| <i>Plathymenia reticulata</i> | 2 | 0,16 | 7 | 0,52 | 0,03 | 0,19 | 0,29 |
| <i>Davilla elliptica</i> | 3 | 0,24 | 7 | 0,52 | 0,02 | 0,09 | 0,28 |
| <i>Hancornia speciosa</i> | 3 | 0,24 | 7 | 0,52 | 0,01 | 0,09 | 0,28 |
| <i>Matayba guianensis</i> | 2 | 0,2 | 7 | 0,52 | 0,02 | 0,12 | 0,28 |
| <i>Cenostigma macrophyllum</i> | 2 | 0,16 | 7 | 0,52 | 0,02 | 0,15 | 0,28 |
| <i>Parkia pendula</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0,1 | 0,59 | 0,25 |
| <i>Vatairea macrocarpa</i> | 2 | 0,16 | 7 | 0,52 | 0,01 | 0,07 | 0,25 |
| <i>Dimorphandra gardineriana</i> | 2 | 0,16 | 7 | 0,52 | 0,01 | 0,04 | 0,24 |
| <i>Dalbergia miscolobium</i> | 2 | 0,16 | 6 | 0,39 | 0,03 | 0,17 | 0,24 |
| <i>Alibertia edulis</i> | 2 | 0,16 | 7 | 0,52 | 0,01 | 0,03 | 0,24 |
| <i>Hymenaea stigonocarpa</i> | 1 | 0,12 | 6 | 0,39 | 0,03 | 0,18 | 0,23 |
| <i>Casearia arborea</i> | 3 | 0,24 | 4 | 0,26 | 0,02 | 0,14 | 0,21 |
| <i>Leptolobium dasycarpum</i> | 1 | 0,08 | 4 | 0,26 | 0,04 | 0,23 | 0,19 |
| <i>Mabea fistulifera</i> | 1 | 0,12 | 6 | 0,39 | 0,01 | 0,04 | 0,18 |
| <i>Dalbergia densiflora</i> | 1 | 0,12 | 6 | 0,39 | 0,01 | 0,04 | 0,18 |
| <i>Licania gardineri</i> | 1 | 0,12 | 4 | 0,26 | 0,02 | 0,1 | 0,16 |
| <i>Miconia pepericarpa</i> | 2 | 0,16 | 4 | 0,26 | 0,01 | 0,04 | 0,15 |
| <i>Qualea multiflora</i> | 1 | 0,08 | 4 | 0,26 | 0,02 | 0,09 | 0,14 |
| <i>Myrcia multiflora</i> | 1 | 0,12 | 4 | 0,26 | 0 | 0,03 | 0,14 |
| <i>Hirtella ciliata</i> | 1 | 0,08 | 4 | 0,26 | 0,01 | 0,04 | 0,13 |
| <i>Licania kunthiana</i> | 1 | 0,08 | 4 | 0,26 | 0 | 0,02 | 0,12 |

Continua ...

Continuação ...

| Nome Científico | DA ind.ha ⁻¹ | DR % | FA | FR % | DoA m ² .ha ⁻¹ | DoR % | IVI % |
|-------------------------------|-------------------------|------------|--------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|
| <i>Eriotheca pubescens</i> | 1 | 0,08 | 4 | 0,26 | 0 | 0,02 | 0,12 |
| <i>Ocotea pulchella</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0,02 | 0,11 | 0,09 |
| <i>Hirtella glandulosa</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0,01 | 0,08 | 0,08 |
| <i>Casearia grandiflora</i> | 1 | 0,08 | 2 | 0,13 | 0 | 0,02 | 0,08 |
| <i>Diospyros hispida</i> | 1 | 0,08 | 2 | 0,13 | 0 | 0,02 | 0,08 |
| <i>Schefflera vinosa</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0,01 | 0,03 | 0,07 |
| <i>Hymenaea martiana</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0,01 | 0,03 | 0,07 |
| <i>Tetragastris altissima</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,02 | 0,06 |
| <i>Roupala montana</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,02 | 0,06 |
| <i>Lafoensia pacari</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,02 | 0,06 |
| <i>Mouriri glazioviana</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,02 | 0,06 |
| <i>Conarus perrottetii</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,01 | 0,06 |
| <i>Himatanthus obovatus</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,01 | 0,06 |
| <i>Rourea induta</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,01 | 0,06 |
| <i>Thyrsodium spruceanum</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,01 | 0,06 |
| <i>Hymenolobium petraeum</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,01 | 0,06 |
| <i>Couepia grandiflora</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,01 | 0,06 |
| <i>Agonandra brasiliensis</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,01 | 0,06 |
| <i>Kielmeyera coriacea</i> | 1 | 0,04 | 2 | 0,13 | 0 | 0,01 | 0,06 |
| Total | 1.148 | 100 | 1.437 | 100 | 16,11 | 100 | 100 |

Toppa (2004) obteve valores de diâmetro máximo igual 49 cm para uma área de cerradão no Estado de São Paulo, com altura máxima em torno 18 m. Lima Júnior (2007) encontrou DAP máximo igual a 60 cm e altura máxima de 17 m em áreas de cerradão no Mato Grosso. Silva (2009) encontrou valor máximo de DAP igual a 60 cm e altura máxima de 16 m em áreas de cerradão na APA Gama Cabeça do Veado, DF, valores estes também registrados por Felfili (1997) e Silva Júnior (2004; 2005) em áreas de cerradão no DF.

De acordo com Rizzini (1963), Heringer et al. (1977) e Souza et al. (2008), independentemente da sua origem florística, tanto o Cerrado quanto os outros biomas podem alterar sua estrutura horizontal e vertical ao longo do processo de adaptação da flora, em função dos fatores essenciais para sua existência. Para, Heringer et al. (1977), esse processo é mais evidente nas áreas ecotonais. Isso, portanto, explica o fato do cerradão estudado apresentar maiores valores de altura e diâmetro, quando comparado a outras áreas de cerradão localizadas fora do domínio do bioma Amazônico, que apresenta menores déficits hídricos ao longo dos anos, proporcionando maior crescimento das árvores.

A área basal por hectare registrada na área de estudo ($17,34 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$) está dentro do intervalo registrado para outras áreas de cerrado, ou seja, $17,05$ a $24,9 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ (FELFILI et al., 1994; COSTA; ARAÚJO, 2001; TOPPA, 2004; MARIMON JUNIOR; HARIDASAN, 2005; GUILHERME; NAKAJIMA, 2007). Da área basal total, $1,23 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ (7%) pertencem as árvores mortas em pé. Este percentual de área basal para árvores mortas é semelhante aos encontrados em outros cerrados distróficos (FELFILI et al., 1994; MARIMON JUNIOR; HARIDASAN, 2005).

As espécies com maior área basal relativa foram *Myrcia splendens* (15,86%), *Emmotum nitens* (14,86%), *Tapirira guianensis* (8,43%) e *Qualea parviflora* (8,13%).

Dentre as espécies encontradas na área de estudo, 10 (12,20%) foram responsáveis por 63,21% do IVI total, e são elas por ordem decrescente; *Myrcia splendens* (12,43%), *Emmotum nitens* (10,12%), *Qualea parviflora* (7,42%), *Xylopia aromatica* (6,34%), *Tapirira guianensis* (6,24%), *Miconia albicans* (5,69%), *Parkia platycephala* (4,28%), *Caryocar coriaceum* (3,85%), *Tachigale vulgaris* (3,72%) e *Mezilaurus itauba* (3,12%). Tais espécies são comuns às áreas de cerrado *sensu stricto* e de mata (PROENÇA et al., 2001; FELFILI et al., 2004; MENDONÇA et al., 2008), com exceção de *Mezilaurus itauba*, que apresenta domínio fitogeográfico Amazônico, embora existam registros da espécie em áreas de cerrado no estado do MT conforme o trabalho de Araújo et al. (2009)

No presente trabalho a espécie *Myrcia splendens* apresentou o maior IVI, ocasionado pela sua elevada densidade (16,9%). Comparando este resultado com outros trabalhos realizados em áreas de cerrado nos estados de SP, MT, MS, MG, GO e DF, observou-se que até o momento essa espécie não tinha se destacado entre as espécies de maior IVI em áreas de cerrado, embora, em um estudo desenvolvido por Silva et al. (2006), em uma área de cerrado no Município de Rio da Conceição, TO, a referida espécie tenha ficado entre as 10 espécies mais importantes. Logo, pode-se pressupor que a influência do bioma amazônico, com suas características edafoclimáticas, torna a espécie mais competitiva, sobressaindo às demais. Por outro lado, este resultado corrobora as afirmações de Balduino et al. (2005), de que ainda são considerados poucos os trabalhos publicados sobre a flora do cerrado e em cada área verifica-se mudanças na sua composição e estrutura.

A família com maior IVI no cerrado estudado foi Myrtaceae (12,57%), seguida de Fabaceae (11,52%), Vochysiaceae (10,13%), Icacinaceae (10,12%) e Melastomataceae (8,03%). Juntas essas famílias tem valor de importância superior a 52% na área estudada.

O destaque da família Myrtaceae se deve, sobretudo, à alta densidade de uma única espécie, ou seja, *Myrcia splendens*.

Ribeiro et al. (1985), estudando uma área de cerradão em Planaltina, DF, encontraram, além das famílias citadas acima, mais duas famílias de destaque: Euphorbiaceae e Rubiaceae, mas tais famílias não apresentaram altos valores de importância no presente estudo. Felfili et al. (1994) citam Fabaceae e Vochysiaceae como famílias mais importantes em todos os cerradões amostrados na Chapada Pratinha.

1.3.3.2. Distribuição diamétrica

A população amostrada foi dividida em 11 classes de diâmetro, com amplitude de classe igual a 5,0 cm. De uma maneira geral, segundo o Quociente de De Liocourt a floresta apresenta-se balanceada (Tabela 1.5), resultado este coerente com uma floresta sem distúrbio, considerando que o fragmento encontra-se protegido dentro de uma Unidade de Conservação, criada em 2001, pela a lei nº 1.224 do Estado do Tocantins. Segundo informações de funcionários do parque, antes da criação da Unidade de Conservação, ocorriam de leve à moderada extrações de madeira no cerradão para lenha, construção de cercas entre outros, fato que foi confirmado in loco pela presença de vestígios de extrações antigas de madeira.

Tabela 1.5 - Distribuição de frequência absoluta e relativa e valores do Quociente de De Liocourt, por classe de diâmetro, das árvores com DAP ≥ 5 cm amostradas em um fragmento de cerradão localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

| Classes de DAP (cm) | Frequência absoluta | Frequência relativa | Quociente de De Liocourt |
|------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|
| 5-10 | 1351 | 50,92 | 2,02 |
| 10-15 | 669 | 25,22 | 2,03 |
| 15-20 | 330 | 12,44 | 2,06 |
| 20-25 | 160 | 6,03 | 2,11 |
| 25-30 | 76 | 2,86 | 2,30 |
| 30-35 | 33 | 1,24 | 2,06 |
| 35-40 | 16 | 0,60 | 2,00 |
| 40-45 | 8 | 0,30 | 2,00 |
| 45-50 | 4 | 0,15 | 1,33 |
| 50-55 | 3 | 0,11 | 1,50 |
| 55-60 | 2 | 0,08 | 2,00 |
| 60-65 | 1 | 0,04 | - |
| Total | 2.653 | 100 | |

Os valores do Coeficiente de Liocourt das oito primeiras classes demonstram que a vegetação arbórea do cerradão encontra-se balanceada. Florestas balanceadas ou com distribuição diamétrica equilibrada apresentam valores relativamente constantes do Coeficiente de Liocourt entre as classes de diâmetro (MEYER, 1943, 1951). Este resultado mostra que apesar do cerradão ter sofrido pequenas intervenções antes da criação do parque, a vegetação está conseguindo recuperar a sua estrutura original.

A curva da distribuição diamétrica apresenta um comportamento exponencial negativo que se assemelha-se a um J-reverso (Figura 1.7). Este comportamento é esperado para formações vegetais nativas em regiões tropicais. A primeira classe de diâmetro é responsável por mais de 50% de todos os indivíduos amostrados. Cerca de 25% dos indivíduos estão na segunda classe (10 a 15 cm), e apenas 2,53% apresentaram diâmetro superior a 30 cm. As espécies que apresentaram maiores valores de DAP foram *Parkia platycephala* (65 cm), *Caryocar coriaceum* (54,6 cm), *Emmotum nitens* (52,3 cm) e *Mezilaurus itauba* (50,2 cm).

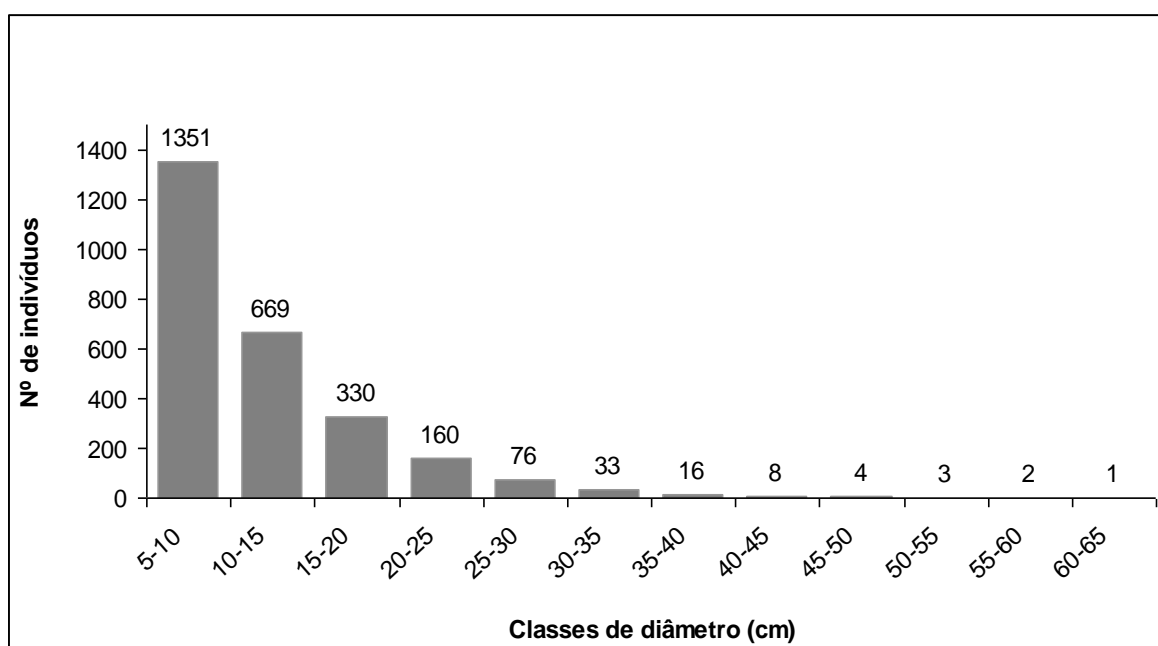


Figura 1.7: Distribuição diamétrica da comunidade amostrada em um fragmento de cerradão localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

Scolforo et al. (2008) verificaram que em áreas de Cerrado, onde não há ocorrência marcante de perturbação antrópica, a distribuição diamétrica apresenta comportamento

exponencial negativo ou J-invertido. Afirmaram ainda que a grande densidade de indivíduos nas menores classes de diâmetro está apta a fornecer parte de seus representantes para as classes de diâmetro superiores durante períodos futuros, auxiliando na dinâmica e possibilitando a continuidade da vegetação. Porém, ressalvas são feitas caso ocorra algum tipo de distúrbio, seja de natureza antrópica ou natural.

1.3.3.3. Estrutura vertical

As árvores amostradas foram distribuídas em classes de altura com intervalo de classe igual a 2 m (Figura 1.8). Observa-se que a maior densidade de árvores (80%) apresentam entre 5 e 11 m de altura e apenas 14% têm alturas superiores a 11 m. Dentre as espécies mais altas na área destacam-se: *Ferdinandusa elliptica* (21 m), *Emmotum nitens* (19 m), *Tachigale vulgaris* (19 m), *Tapirira obtusa* (18,5) e *Mezilaurus itauba* (18 m).

De uma maneira geral, o cerradão estudado apresenta um porte de altura superior aos encontrados em outras áreas de cerradão com média de 9,5 metros, diferindo dos demais que apresente alturas médias variando de 4 a 8,5 metros como os encontrados por (SILVA, 2009; SILVA, 2007; SALIS et al 2006, MARIMON JÚNIOR; HARIDASAN, 2005; FELFILI, 1997), Também nesses estudos a grande maioria dos indivíduos apresentou alturas variando de 4 a 7 m.

Uma provável explicação para a altura máxima registrada no cerradão estudado é o fato da proximidade com a região amazônica. Logo, os períodos de seca são menores, além da ocorrência de maior precipitação, o que implica em um menor déficit hídrico, resultando em árvores de maior porte.

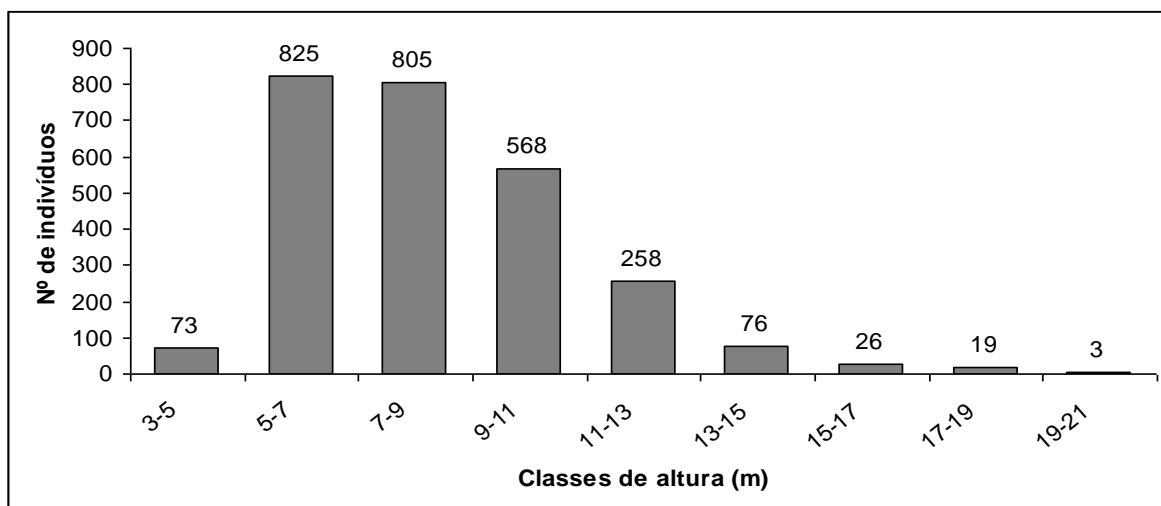


Figura 1.8: Distribuição das alturas das árvores amostradas em um fragmento de cerradão localizado no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

1.4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir:

- O cerradão do Parque Estadual do Lajeado, em Palmas/TO, é caracterizado como distrófico, com grande riqueza florística;
- A regressão linear com resposta em platô apresentou-se eficaz no cálculo da intensidade amostral além de diminuir a arbitrariedade do ponto de máxima inflexão, haja vista que esta retorna um valor numérico.
- O uso mútuo de ferramentas da composição florística, estrutura horizontal vertical e da distribuição diamétrica mostrou-se eficaz no entendimento da comunidade arbórea, sendo uma alternativa de grande valia para os manejadores florestais em estratégias de implantação, conservação ou uso racional dos recursos florestais;
- Por estar no domínio do bioma Amazônico, a vegetação arbórea do cerradão apresenta maior porte que o registrado em outras regiões;
- Dominam na área as espécies *Myrcia splendens*, *Emmotum nitens*, *Qualea parviflora*, *Xylopia aromatica* e *Tapirira guianensis*; e
- O cerradão, mesmo submetido a ações antrópicas, quando preservado apresenta uma capacidade de resiliência, confirmado pelo balanceamento de sua estrutura horizontal segundo De Liocourt.

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, R.A.; COSTA, R.B.; FELFILI, J.M.; KUNTZ, I.G.; SOUSA, R.A.T.M.; DORVAL, A. 2009. Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. **Acta Amazônica**, v.39, n.4, p.865-877.

BRIDGEWATER, S., RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F. 2004. Biogeographic patterns, b-diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. **Biodiv. Conserv.** v. 13, p. 2295-2318.

CAMILOTTI, D .C; PAGOTTO, T. C. S; ARAUJO, A. C. 2011. Análise da vegetação arbórea de um remanescente de Cerradão em Bandeirantes, Mato Grosso do Sul, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 66, n. 1, p. 31-46.

CAMILOTTI, D.C. 2006. **Análise da vegetação arbórea em um remanescente de cerradão em Bandeirantes, MS.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, p.69

CAMPELLO, E. F. C. 1998. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, L.W.V. (Ed.) **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa/SOBRAGE, p.183-196.

CARVALHO, M. M. 1998. Recuperação de pastagens degradadas em áreas de relevo acidentado. In: DIAS, L. E.; MELLO, L. W. V. (Ed.) **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa/SOBRAGE, p.149-161.

CAVALCANTE, A. M. B.; SOARES, J. J. ; FIGUEIREDO, M. A. 2000. Comparative phytosociology of tree sinusiae between contiguos forests in different stages of sucession. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60; n. 4; p. 551 – 562.

CAVALCANTI, D. 1998. **Florística e fitossociologia de um remanescente florestal transicional no município de Guaratinguetá, SP.** Dissertação (Mestrado em Biologia). Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. 103 p.

CONDIT, R.; HUBBELL, S.P.; LAFRANKIE, J.V.; SUKUMAR, R.; MANOKARAN, N.; FOSTER, R.B.F.; ASHTON, P.S. 1996. Species-area and speciesindividual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. **Journal of Ecology**, Vol. 84, p. 549-562.

COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botânica Brasílica**, v.15, n. 1, p. 63-72.

DAUBENMIRE, R. 1968. **Plant communities: a textbook of plant synecology.** Harper e Row, New York.

DIETZSCH, L., REZENDE, A.V., PINTO, J.R.R. & PEREIRA, B.A.S. 2006. Caracterização da flora arbórea de dois fragmentos de mata de galeria do Parque Canjerana, DF. **Revista Cerne**, p.201-210

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; PASTORE, J. A.; AGUIAR, O. T. 1997. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 9, n.1, p. 19-36.

DURIGAN, G., BACIC, M.C., FRANCO, G.A.D.C., & SIQUEIRA, M.F. 1999. Inventário florístico do cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP. **Hoehnea** vol. 26, p.149-172.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 2006. **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.

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

FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. B. C. 2002. Composição florística do cerrado sentido restrito no município de Água Boa – MT. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, p. 103-112.

FELFILI, J. M. 1997. Diameter and height distributions of a gallery forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, p.155-162.

FELFILI, J. M.; FILGUEIRAS, T. S.; HARIDASAN, M.; SILVA JR., M. C.; MENDONÇA, R. C.; REZENDE, A. V. 1994. Projeto biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos. **Cadernos de Geociências**, v.12, n.4, p.75-166.

FELFILI, J.M.; SILVA-JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; MACHADO, J.W.B.; WALTER, B.M.T.; NOGUEIRA, P.E. & HAY, J.D. 1993. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* na Chapada pratinha, DF-Brasil. **Acta Botanica Brasilica**: vol. 6, p. 27-46.

FERREIRA. I. M. 2003. **Bioma Cerrado: um estudo das paisagens do cerrado**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP. 242 f.

FERREIRA, R. L. C. **Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, MG**. 1997. 208f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.

GAROMBONE, M. T.; BERNACCI, L. C.; NETO, J. A. A. M., TAMASHIRO, J. Y.; LEITÃO-FILHO, H. F. 1990. Estrutura fitossociológica da Floresta Semi-decídua de

altitude do Parque Municipal da Grota Funda, Atibaia, SP. **Acta Botânica Brasileira**, v. 4, n. 2, p. 47-64.

GUEDES-BRUNI, R. R.; LIMA, M. P. M.; LIMA, H. C.; SYLVESTRE, L. S. 2002. Inventário florístico. In: SYLVESTRE, L. S.; ROSA, M. M. T. (orgs.). **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural. p. 24-50.

GUILHERME, F.A.G. ; NAKAJIMA, J.N. 2007. Estrutura da vegetação arbórea de um remanescente ecotonal urbano floresta-savana no Parque do Sabiá, em Uberlândia, MG. **Revista Árvore** 31: 329-338.

HERINGER, E.P.; BARROSO, G.M.; RIZZO, J.A.; RIZZINI, C.T. **A Flora do Cerrado**. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 6., 1977, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, p.211-232, 1977.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. 1982, **Forest Mensuration**, New York: Wiley.

KENT, M.; COKER, P. 1992. **Vegetation description and analysis**. London, Belhaven Press. 363 p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. 1928. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.

LIMA, M.S., DAMASCENO-JUNIOR, G.A. E TANAKA, M.O.2010. Aspectos estruturais da comunidade arborea em remanescentes de floresta estacional decidual, em Corumbá, MS, Brasil. **Revista Brasil. Bot.** 33: 437-453.

LIMA JÚNIOR, G. A. 2007. **Flora e estrutura do estrato arbóreo e relações solo-Vegetação de cerradão em Barão de Melgaço, Pantanal de Mato Grosso, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). UFV, Viçosa, MG. 84p.

LOUMAN, B.; DAVID, Q.e MARGARITA, N. (2001). **Silvicultura de Bosques Latifiliados Húmidos com ênfases na América Central**. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 265p.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Conservação Internacional, Brasília, DF. Relatório Disponível em: <http://www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf>. 2004.

MAGURRAN, A. E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Cambridge. 514 p.

MARACAHIPES, L.; LENZA, E.; MARIMON, B. S.; OLIVEIRA, E. A.; PINTO, J. R. R.; MARIMON JR., B. H. 2011. Structure and floristic composition of woody vegetation

in cerrado rupestre in the Cerrado-Amazonian Forest transition zone, Mato Grosso, Brazil. **Biota Neotrop.** v. 11, n.1, 133 – 141 p.

MARIMON-JUNIOR, B.H. & HARIDASAN, M. 2005. 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** vol.1, p. 913-926.

MCCUNE, B.; GRACE, J. B.; URBAN, D. L. 2002. **Analysis of Ecological Communities.** 304 p.

MENDONÇA, R. C., FELFILI, J. M., WALTER, B. M. T., SILVA JR., M. C., REZENDE, A. V., FILGUEIRAS, T. S., NOGUEIRA, P. E.; FAGG, C. W. 2008. Flora vascular do cerrado: Checklist com 12.356 espécies. In SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F.(Eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora.** EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p.417-1279.

MENDONÇA, G. V. 2012. **Análise florístico-estrutural e relações com o ambiente em área de ecótono floresta estacional-cerrado sensu stricto no Estado do Tocantins.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, DF. 82 p.

MEYER, A. H., RECKNAGEL, A. B., STEVESON, D. D., BARTOO, R. A. 1961. **Forest management.** 2. ed. New York: Ronald, 282 p.

MEYER, A. H. 1951. Structure, Growth, and Drain in Balanced Uneven-Aged Forests. **Journal of Forestry,** Washington, n. 50, p. 85-92.

MEYER, H.A. 1943. Management without rotation. **Journal of Forestry.** Vol.41, p.126-132.

MIRANDA, E.; BOGNOLA, I. A. 1999. **Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins.** Campinas, Maio de 1999. Disponível em <http://www.zaeto.cnpm.embrapa.br>.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M., LISBOA, G.; CORADIN, L. 1985. **Manual de manejo de herbário fanerogâmico.** CEPLAC, Ilhéus.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York, John Willey & Sons.

NAPPO, M.E., FONTES, M.A.L. & OLIVEIRA FILHO, A.T. 1999. Suficiência amostral e análise do tamanho de parcelas para o estudo da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth., em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore** vol.23, p.443-454

PÉLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. 1997. **Inventário Florestal.** Curitiba, 316 p.

PEREIRA-SILVA, E. F. L.; SANTOS, J. E.; KAGEYAMA, P. Y.; HARDT, E. 2004. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de

cerradão em uma Unidade de Conservação do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 533-544.

PIRES - O'BRIEN, M.J.; O'BRIEN, C.M. 1995. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 400 p.

PROENÇA, C. E. B.; MUNHOZ, C. B.R.; JORGE C. L.; NÓBREGA, M. G. G. 2001. Listagem e nível de proteção das espécies de fanerógamas do Distrito Federal, Brasil. *In* Flora do Distrito Federal I (TB Cavalcanti, AE Ramos, eds.). **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília, p.89-359.

RATTER, J. A., BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinb. J. Bot.** v. 60, n. 1, p. 57-109.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Ann. Bot.**, v. 80, p. 223-230.

RATTER, J.A. 1987. Notes on the vegetation of the Parque Nacional do Araguaia (Brazil). **Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh**, v. 44: p. 311-342.

RATTER, J. A.; RICHARDS, P. W.; ARGENT, G.; GIFFORD D. R. 1973. Observations on the vegetation of north eastern Mato Grosso I: The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition Area. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, v. 226, p. 449-492.

RATTER, J. A. 1971. Some notes on two types of cerradão occurring in northeastern Mato Grosso. *In*: FERRI, M.G. (org.). **III Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo, Ed. Edgard Blucher Ltda. p. 100-102.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. EMBRAPA-CPAC, Planaltina. p. 151-212.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina. EMBRAPA-CPAC, 568 p.

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S. & BATMANIAN, G. J. 1985. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina, DF. **Revista Brasileira de Botânica** 8: 131-142.

RIZZINI, C.T. 1963. A flora do Cerrado, análise florística das savanas centrais. *In*: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1962, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, p.125-177.

ROCHA, C. C. C. 2011. **Estimativa de volume, biomassa e carbono da vegetação lenhosa de floresta estacional no estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, DF. 80 p.

RODRIGUES, R.R.; TORRES, R.B.; MATTES, L.A.F.; PENHA, A.S. 2004. Tree species sprouting from root buds in a semideciduous forest affected by fire. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 1, p. 127-133.

SALIS, S. M.; ASSIS, M. A.; MATTOS, P. P.; PIÃO, A. C. S. 2006. Estimating the aboveground biomass and wood volume of savanna woodlands in Brazil's Pantanal wetlands based on allometric correlations. **Forest Ecology and Management, Amsterdam**, v. 228, n. 1-3, p. 61-68.

SCHILLING, A., C.; BATISTA, J. L. F. 2008. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista brasileira de Botânica**, v. 31, n. 1, p. 179 - 187.

SCOLFORO, J. R. S.; CARVALHO, L. M. T.; OLIVEIRA, A. D. 2008. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Monitoramento dos Reflorestamentos e Tendências da Produção em Volume, Peso de Matéria seca e Carbono**. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, v.1, p.150.

SILVA, I. C. 2011. **Caracterização Da Vegetação Arbórea Em Área De Contato Savana/Floresta Estacional**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). UnB. Brasília, DF. 72 p.

SILVA, J. S. 2009. **Diversidade alfa, florística e fitossociologia na ARIE do Cerradão, na APA Gama e Cabeça de Veado, DF**. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Universidade de Brasília, Brasília, 126 p.

SILVA, V. S. M. 2006. **Manejo de florestas nativas: planejamento, implantação e monitoramento**. Universidade Federal de Mato Grosso UFMT/MT. ,144 p.

SILVA JÚNIOR, M. C. 2005. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do córrego Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Revista Cerne**, n. 11, v. 2. P. 147-15.

SILVA JÚNIOR, M. C. 2004. Fitossociologia e estrutura diamétrica da mata de galeria do Taquara, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Revista Árvore**, n. 28, v.3. p. 419-428.

SILVA JÚNIOR, M.C. 1999. Composição florística, fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Monjolo, Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 4, p. 30-45.

SOLÓRZANO, A. 2011. **Análise Fitogeográfica do cerradão: conexões florísticas, padrões estruturais, relações ecológicas e modelagem de sua distribuição potencial**. Tese (Doutorado em Ecologia). UnB. Brasília-DF.128 p.

SOUZA, P. B.; SAPORETTI JUNIOR, A. W.; SOARES, M. P.; VIANA, R. H. O.; CAMARGOS, V. L.; MEIRA NETO, J. A. A. 2010. Florística de uma área de cerradão na floresta nacional de Paraopeba - Minas Gerais. **Revista Cerne**, Lavras, v 16, n1, p. 86-93.

SOUZA, P. B.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L. 2008. Composição florística da vegetação arbórea de um remanescente de cerrado, Paraopeba, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, p. 771-780.

THORNTHWAITE, C. W. 1948. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v.38, p.55-94.

TOPPA, R. H.; PIRES, J. S. R.; DURIGAN, G. 2004. Flora lenhosa e síndromes de dispersão nas diferentes fisionomias da vegetação da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, São Paulo. **Hoehnea**, v. 32, n.1, p. 67-76.

CAPÍTULO 2

QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME, BIOMASSA E CARBONO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA, EM ÁREA DE CERRADÃO NO ESTADO DO TOCANTINS

RESUMO

MIGUEL, E. P. Universidade de Brasília (UnB), 2014. **Quantificação do volume, biomassa e carbono da vegetação arbórea, em área de cerrado no Estado do Tocantins.**

Orientadora: Alba Valéria Rezende.

No presente estudo objetivou-se ajustar e selecionar modelos para quantificar o volume e a biomassa total e por compartimento e estimar o carbono fixado na vegetação arbórea em um fragmento de cerrado, no Município de Palmas/TO. Foi utilizado o método de amostragem de área fixa, onde oito transectos foram lançados equidistantes 60 metros, com largura fixa (20 m) e comprimento variado em um fragmento de 10,15 hectares. Para obtenção dos estimadores do inventário o processo de amostragem sistemático com o uso da razão foi adotado. O erro admissível para o inventário foi de 20%, para 95 % de probabilidade. Em cada transecto foram amostradas e identificadas todas as árvores vivas e mortas em pé, com DAP (diâmetro tomado à 1,30 m do solo) igual ou superior a 5 cm. Foram cubadas pelo método de Smalian e posteriormente pesadas 84 árvores. Obtido o peso verde dos diferentes compartimentos (folhagem, galhos, fuste e casca), foram retiradas amostras do material vegetal visando à obtenção da biomassa seca. Para a estimativa do volume e biomassa total, e por compartimento por unidade de área foram ajustados e selecionados modelos matemáticos. A quantificação do carbono foi obtida utilizando o valor default de 0.5 recomendado pelo IPCC. Após ajustados e selecionados, o modelo de Schumacher e Hall apresentou as melhores estatísticas para a obtenção do volume e da biomassa total e por compartimento. O erro do inventário para as referidas variáveis ficaram dentro do admitido. A quantidade de volume, biomassa e carbono total aéreo estocado por hectares respectivamente foram: 126.71 m³.ha⁻¹, 61.67 t.ha⁻¹ e 30.88 t.ha⁻¹. Quando analisados pelos compartimentos fuste e copa, estes valores respectivamente foram para o volume 79.23 e 47.17 m³.ha⁻¹, 29.7 e 31.98 t.ha⁻¹ para a biomassa e 14.80 e 16.03 t.ha⁻¹ para o carbono. Os valores de biomassa das raízes utilizando a razão 1:4 recomendada pelo IPCC e por extensão o carbono são 15.41 t.ha⁻¹ e 7.71 t.ha⁻¹. As árvores mortas contribuíram com aproximadamente 6.75% nos valores dos atributos quantificados. As folhas contribuem com aproximadamente 7.3% da biomassa total, as cascas contribuem com aproximadamente 11.5% do volume total e 21 % da biomassa e do carbono total. Resumidamente, a porcentagem de biomassa de casca é maior na copa (24%) do que no fuste (17%). As nove espécies de maior IVI representa valores superiores a 65% do total do volume, biomassa e carbono. O estoque em volume, biomassa e carbono no cerrado estudado, quando comparado a outros cerrados e distintos tipos de vegetação, encontra-se superior ao encontrado nas formações savânicas, fato esse que pode estar correlacionado com a proximidade com o Bioma Amazônico.

Palavra Chave: Inventário Florestal, Modelos matemáticos, Mortalidade, Porcentagem, Raízes.

ABSTRACT

This study aimed at adjusting and selecting models to quantify the volume, the biomass per compartment and the total biomass, and to estimate the amount of fixed carbon in the woody vegetation of “cerradão” fragment, in the city of Palmas-TO. The fixed area sampling method was used. In order to do it, eight transects were established, distributed equidistantly 60 meters apart from each other, and with a fix width of 20 m, and variable lengths, in a fragment of 10.15 hectares. The inventory estimators were obtained through a response-plateau linear regression (RPLR) process. The admissible error for the inventory was of 20%, with a probability level of 95%. In each transect, the living trees and the ones which were dead but still standing, and that had a D.B.H. (diameter measured at 1,30 meters of the soil) of at least 5 cm, were identified and sampled. Using the Smalian method, 84 trees were scaled and then weighted. After obtaining the green weight of the different tree compartments (leaves, branches, trunk and bark), samples of the material were removed in order to calculate the dry biomass. In order to estimate the volume, the compartment biomass and the total biomass per unit of area, mathematical models were adjusted and selected. The quantification of the carbon was obtained by using the default value of 0.5, recommended by the IPCC. After the models’ adjustment and selection, the Schumacher and Hall model was the one to exhibit the best statistic results for the estimation of the volume and of the compartment and total biomass. The inventory error for these variables was acceptable. The volume and the amounts of biomass and of total stocked air carbon per hectare were respectively: 126.71 m³. ha⁻¹, 61.67 t.ha⁻¹ and 30.88 t.ha⁻¹. When analyzing the trunk and crown compartments separately, the values were respectively of 79.23 and 47.17 m³.ha⁻¹ of volume; 29.7 and 31.98 t.ha⁻¹ of biomass; and 14.80 and 16.03 t.ha⁻¹ of carbon. The values of biomass and carbon found in the roots, using the ratio of 1:4, recommended by the IPCC, were of 15.41 t.ha⁻¹ and 7.71 t.ha⁻¹, respectively. The dead trees contributed with approximately 6.75% to the quantified attributes. The leaves contributed with approximately 7.3% of the total biomass, and the bark contributed with approximately 11.5% of the total volume, and with 21% of total biomass and carbon. The percentage of biomass in the bark is higher in the crown (24%), than in the trunk (17%). The nine species of higher values of IVI represented more than 65% of the total volume, biomass and carbon. The stock in volume, biomass and carbon in the studied “cerradão” area, when compared to other “cerradões” areas and with other vegetation types, is bigger than the ones found for other savanna formations. This fact may be related to the proximity of the area to the Amazon biome.

Key words: Forest inventory, mathematical models, mortality, percentage, roots.

2.1. INTRODUÇÃO

Informações sobre estoques em volume, biomassa e carbono da vegetação nativa de diferentes fitofisionomias do bioma Cerrado ainda são muito raras, apesar da importância dessas informações como subsídio para o manejo da vegetação, visando tanto o seu uso sustentável quanto a sua conservação, bem como para projetos de recuperação de ambientes degradados, entre outros. Segundo Rezende et al. (2006), a escassez dessas informações está relacionada à grande diversidade de espécies existente no bioma, à alta variabilidade entre árvores de uma mesma espécie, além da grande variação na forma do tronco e copa das árvores. De uma certa forma, todas estas características da vegetação do Cerrado evidenciam a necessidade de uma grande amostra de árvores para estimar seus estoques em volume, biomassa e carbono e, conseqüentemente, o custo e o tempo necessários na coleta de dados para obter esses estoques serão bem maiores.

O estoque em volume de madeira de uma população ou de uma comunidade vegetal pode ser determinado ou estimado a partir do conhecimento do volume real de suas árvores individuais. A determinação do volume de uma árvore pode se dar a partir da cubagem rigorosa, que consiste na medição de diâmetros, equidistantes ou não, ao longo do tronco, e que pode ser obtida de forma analítica (fórmulas) ou gráfica (traçado do perfil longitudinal do tronco); pelo deslocamento de água, utilizando o método do xilômetro; ou ainda, pela pesagem da árvore (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2006; SOARES et al. 2006; SCOLFORO; THIERSCH, 2004). De todos os procedimentos utilizados para determinação do volume, a cubagem é o mais utilizado na rotina de inventários florestais.

A estimativa do volume de uma árvore pode ser obtida a partir do uso do fator de forma, de equações de volume ou de funções de afilamento (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2006). Todavia, há necessidade de um banco de dados reais que permita o desenvolvimento destas técnicas.

Além do volume de madeira, outra variável importante é a biomassa, definida por Odum (1986) e Soares et al. (2006) como a massa orgânica produzida por unidade de área, podendo ser expressa em peso de matéria seca, peso de matéria úmida e peso de carbono. Para Sanquetta e Balbinot (2004), a biomassa florestal pode ser toda a massa existente na floresta ou apenas a fração arbórea da mesma. A porção arbórea da biomassa de origem vegetal pode ser chamada de fitomassa florestal ou fitomassa arbórea.

O estoque de biomassa de um ecossistema florestal também pode ser determinado ou estimado. A determinação se dá a partir da pesagem da árvore, enquanto a estimativa pode ser obtida a partir de relações matemáticas, como razões ou regressões de dados provenientes de inventários florestais ou dados de sensoriamento remoto (HIGUCHI; CARVALHO JÚNIOR, 1994). De acordo com Silveira (2008), as metodologias utilizadas atualmente para obter estimativas de biomassa em áreas florestais são baseadas, principalmente em dados de inventário florestal, empregando-se equações de regressão, que estimam biomassa a partir de dados de diâmetro e altura de árvores ou, a partir do volume da árvore (SOMOGYI et al., 2006).

Segundo Sanquetta (2002), as florestas são as maiores acumuladoras de biomassa do planeta, aspecto este de grande relevância nos estudos de fixação de carbono. Portanto, a quantificação do estoque de carbono nos ecossistemas florestais também é notória, sobretudo nos ecossistemas tropicais.

O estoque de carbono em ecossistemas florestais também pode ser determinado ou estimado. Em geral há duas diferentes maneiras de se mensurar as perdas ou o acúmulo de carbono em uma região, segundo LINDNER e KARJALAINEN (2007): mensurando as mudanças no estoque e mensurando o fluxo de entrada e de saída. A metodologia padrão utilizada atualmente para se fazer essas mensurações, baseia-se em dados de inventário florestal.

A partir de dados de inventário florestal, podem-se determinar relações alométricas que utilizam variáveis como fator de expansão de biomassa e densidade média de carbono por espécie ou por tipo florestal, que convertem volume de madeira em biomassa e posteriormente em carbono, ou pelo teor de carbono contido na biomassa. Logo HIGUCHI et al. (2004) afirmaram que a estimativa ou determinação do estoque de carbono pode ser obtida pelo produto da biomassa florestal seca a 0% de umidade pela concentração de carbono.

Embora nos últimos anos tenha aumentado o interesse sobre a quantificação do estoque de carbono na vegetação, são poucas as pesquisas sobre o armazenamento do carbono nas florestas nativas e, em especial para as diferentes fitofisionomias do Cerrado, os estudos são ainda mais escassos em função da dificuldade, onerosidade e morosidade para quantificar a biomassa.

Mediante as informações apresentadas o objetivo deste trabalho é ajustar e selecionar modelos para quantificar o volume e a biomassa total e por compartimento e

estimar o carbono fixado na vegetação arbórea em um fragmento de cerradão, no Município de Palmas/TO.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Caracterização da área de estudo

A caracterização da área já foi apresentada no capítulo 1.

2.2.2. Coleta de dados

2.2.2.1. Inventário Florestal

A descrição do inventário florestal já foi apresentada no capítulo 1, na qual foi utilizado o método de amostragem de área fixa, e para obtenção dos estimadores do inventário o processo de amostragem sistemático com o uso da razão foi adotado conforme (PÉLLICO NETTO; BRENA; 1997)

2.2.2.2. Determinação dos estoques em volume, biomassa e carbono

2.2.2.2.1. Intensidade de amostra para o cálculo das variáveis de interesse

A partir dos dados do inventário florestal realizado na área, foi obtido o número de árvores por espécie e por classe de diâmetro a ser cubado rigorosamente visando determinar os estoques em volume, biomassa e carbono para as árvores do fragmento de cerradão.

Dessa forma, todas as árvores mensuradas no inventário, com $DAP \geq 5$ cm, foram distribuídas em classes de diâmetro com amplitude de 5 cm.

Após a distribuição dos dados em classes de diâmetro, foi determinado o número de árvores a ser cubado rigorosamente em cada classe de diâmetro. Foram cubadas aproximadamente 3,0% das árvores de cada classe de diâmetro para representar a área como um todo, sendo que em cada classe deveria conter, pelo menos, um representante de cada espécie registrada na área, com exceção da espécie *Caryocar coriaceum*, que por lei é proibido o seu corte.

Obtidos os números de árvores por espécie e por classe de diâmetro a serem utilizadas para determinar os estoques em volume, biomassa e carbono no fragmento

estudado, foi necessário verificar junto à parte administrativa do Parque Estadual do Lajeado onde seria possível selecionar as árvores a serem abatidas. O local de seleção deveria ser o mais próximo possível das parcelas amostradas, visando uma representação fidedigna da área em questão. Paralelo a isso, buscou-se a autorização da Agência Ambiental do Estado do Tocantins (NATURATINS) para a cubagem das árvores, uma vez que tanto a cubagem rigorosa quanto a obtenção do peso seriam realizados pelo método destrutivo.

Definido o local destinado à realização da cubagem, foram selecionadas as árvores de cada classe de diâmetro a serem abatidas ao nível do solo. O abate das árvores foi realizado com o uso de motosserra, sendo separados o fuste, os galhos e as folhas. A altura comercial da árvore abatida foi tomada até o primeiro galho, considerando um diâmetro igual ou superior a 3 cm. Para galhos, o diâmetro mínimo também foi de 3 cm.

Em cada uma das seções do fuste e dos galhos foram realizadas duas medidas em sentido oposto com a suta, também foi tomada a espessura de casca nos pontos onde os braços da suta as tocavam, de acordo com Figueiredo et al. (1994), possibilitando a obtenção do volume com e sem casca das árvores do cerrado.

2.2.2.2.2. Obtenção do Volume

Para a determinação do volume, a cubagem foi realizada em seções de comprimentos variáveis devido à desuniformidade natural das seções da maioria das árvores típicas do Cerrado. A fórmula de Smalian foi utilizada para o cálculo do volume de cada seção do fuste e dos galhos (HUSCH et al., 1983; SCOLFORO; THIERSCH, 2004; MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2006), O volume total da árvore foi obtido a partir do somatório das seções do fuste e dos galhos e também do volume da cepa.

2.2.2.2.3. Quantificação da biomassa

Imediatamente após a cubagem rigorosa, as árvores foram seccionadas e os seus diferentes compartimentos foram pesados, ou seja: folhagem, galhos, fuste e casca. Na separação de cada compartimento foi considerado como fuste, o tronco principal até o início da formação dos galhos.

O peso verde dos compartimentos de cada árvore foi obtido com o auxílio de uma balança eletrônica com capacidade máxima de 300 kg, com precisão de 0,05 kg (Figura 2.1).



Figura 2.1: Pesagem dos diferentes compartimentos da árvore em campo.

Obtido o peso verde dos diferentes compartimentos (folhagem, galhos, fuste e casca), foram retiradas amostras do material vegetal visando a obtenção da biomassa seca a partir da relação massa seca/massa úmida da amostra. Para o fuste foram retiradas três amostras de madeira, ou seja, três discos de madeira, com 5 cm de espessura, coletados na base, no meio e no ápice do fuste. O mesmo procedimento foi seguido para os galhos, contudo, os discos foram retirados apenas três galhos selecionados, sendo um galho grosso, um galho médio e um galho fino.

Os discos dos fustes e dos galhos tiveram a casca separada do lenho e os pesos de cada compartimento tomados separadamente.

Quanto ao compartimento folhas, foi retirada uma amostra de, aproximadamente, 300 gramas para a secagem em estufa. A amostra das folhas foi composta de folhas da porção inferior, média e superior da copa das árvores.

Após retiradas as amostras de cada compartimento, ou seja, folhagem, galhos (lenho + casca), fuste (lenho + casca) e casca, essas foram acondicionadas separadamente em sacos plásticos para evitar a perda de água (Figura 2.2).



Figura 2.2: Acondicionamento das amostras de folhagem, galhos, fuste e casca em sacos plásticos para evitar perda de água do material vegetal.

Em seguida, as amostras foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,01 gramas e guardadas para posterior determinação do peso seco.

Sequencialmente, as amostras foram levadas ao laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade de Brasília e colocadas na estufa para secagem a uma temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, com exceção das folhas que foram secas à temperatura de $70 \pm 2^\circ\text{C}$, até obtenção da massa constante (variação de 1%) (SMITH, 1954; RUFINI, 2008). Após secagem, cada amostra foi pesada novamente para obtenção do respectivo peso seco (Figura 2.3).



Figura 2.3: Secagem e obtenção do peso seco das amostras de material vegetal.

A partir dos valores de peso úmido e peso seco de cada amostra, foi calculado um coeficiente dado pela relação $M_0\%/M_u$, para o fuste, para galhos, para a casca, e para folhas de cada árvore amostrada. Assim, foi possível estimar a biomassa seca a partir do produto entre este coeficiente e a biomassa verde obtida em campo (VALE, 2000; BARBOSA; FERREIRA, 2004; ROCHA, 2011). O coeficiente da relação foi obtido por:

$$C_R = \frac{M_0\%}{M_U}$$

em que:

C_R = Coeficiente da relação;

M_U = Peso verde da amostra (g ou Kg);

$M_0\%$ = Peso seco da amostra (g ou Kg)

2.2.3. Análise de dados

2.2.3.1. Ajuste e seleção de modelos matemáticos para estimativa dos estoques em volume e biomassa seca por árvore

Foram testados vários modelos matemáticos, lineares e não lineares, para estimar os estoques em volume e biomassa seca das árvores do cerradão estudado, conforme sugerido por Scolforo e Thiersch (2004) e Campos e Leite (2006). Como variáveis independentes foram utilizadas: DAP, Ht (altura total) e suas múltiplas combinações. Os referidos modelos podem ser observados na Tabela 2.1.

Para a estimativa do estoque de carbono fixado será utilizado o valor default 0,5 segundo o IPCC (1996).

Tabela 2.1. Modelos matemáticos a serem ajustados.

| Autor | Modelo |
|-----------------|--|
| Spurr | $Y = \beta_0 + \beta_1 DAP^2 \cdot Ht + \varepsilon$ |
| Schumacher-Hall | $Y = \beta_0 DAP^{\beta_1} \cdot Ht^{\beta_2} \cdot \varepsilon$ |
| Honner | $Y = \frac{DAP^2}{\beta_0 + \beta_1 \frac{1}{Ht}} + \varepsilon$ |
| Ogaya | $Y = DAP^2(\beta_0 + \beta_1 Ht) \cdot \varepsilon$ |
| Takata | $Y = \frac{DAP^2 \cdot Ht}{\beta_0 + \beta_1 DAP} + \varepsilon$ |
| Husch | $Y = \beta_0 DAP^{\beta_1} \cdot \varepsilon$ |

Em que: Y = Volume ou Biomassa; Ht = Altura Total (m); DAP = Diâmetro a Altura do Peito (cm); β 'is=Coeficientes a serem ajustados; ε = Erro associado ao modelo.

2.2.3.2. Critérios utilizados para a seleção da melhor equação ajustada

Na escolha da melhor equação ajustada para a estimativa dos estoques em volume, biomassa seca e carbono foram adotados os critérios tradicionais utilizados na verificação da qualidade do ajuste, ou seja: Coeficiente de Determinação Ajustado (R^2_{aj}), Erro Padrão da Estimativa em Percentagem ($S_{yx}\%$) e Análise Gráfica dos Resíduos (DRAPPER; SMITH, 1981). Para comparar equações com estatísticas semelhantes, foi calculada a Amplitude Absoluta dos Resíduos (AR), de cada equação, que é obtida pela diferença entre o maior e o menor resíduo gerado pela equação.

Após a seleção das equações para cada variável de interesse, procedeu-se ao um teste de validação, com o objetivo de avaliar suas eficiências em estimar o valor real de cada variável. Para a realização do teste foram utilizadas 19 árvores amostras, que não foram utilizadas no ajuste das equações. O teste escolhido para a validação dos resultados foi o Teste de t para dados pareados (SILVEIRA et al., 2008; THOMPSON, 2009; ROCHA, 2011).

2.2.3.3. Estimativa dos estoques em volume e biomassa

A partir das equações selecionadas no item 2.2.3.1, serão estimados os estoques em volume e biomassa de cada árvore amostrada nos oito transectos do inventário florestal, bem como os estoques de cada variável por transectos, por hectare e para a comunidade total.

2.2.3.4. Estimativas do carbono

O estoque de carbono de cada árvore foi considerado como sendo 50% da sua biomassa seca total (0,5 *Default*), que considera tanto o fuste quanto a copa (galhos grossos, médios e finos) e também casca e folhas (BROWNING, 1963; FERNANDES et al., 2007; BAIS, 2008; BOINA, 2008). O valor 50% é recomendado pelo IPCC (1996), sendo amplamente utilizado em estudos sobre mudanças climáticas e em projetos de MDL por todo mundo.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o ajuste das equações de volume e biomassa foram cubadas 84 árvores distribuídas entre as diferentes classes diâmetro e entre as diferentes espécies registradas (Tabela 2.2) pelo inventário florestal. Observe que as maiores classes de diâmetro (mais de 50% do total de classes) apresentaram baixíssimas frequência, o que já era esperado para uma formação nativa, e, portanto, nessas classes houve a cubagem de apenas um indivíduo para representar cada uma.

Tabela 2.2: Distribuição de frequência absoluta por classe de diâmetro, das árvores com $DAP \geq 5$ cm, amostradas em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO e quantidade de árvores cubadas por classe de diâmetro.

| Classes de DAP (cm) | Frequência absoluta | Nº de árvores cubadas |
|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 5-10 | 1.351 | 39 |
| 10-15 | 669 | 17 |
| 15-20 | 330 | 16 |
| 20-25 | 160 | 2 |
| 25-30 | 76 | 1 |
| 30-35 | 33 | 3 |
| 35-40 | 16 | 1 |
| 40-45 | 8 | 1 |
| 45-50 | 4 | 1 |
| 50-55 | 3 | 1 |
| 55-60 | 2 | 1 |
| 60-65 | 1 | 1 |
| Total | 2.653 | 84 |

A Tabela 2.3 apresenta as estatísticas descritivas para as variáveis DAP, altura, densidade da madeira, biomassa verde e seca e volume total, com e sem casca, considerando os diferentes compartimentos da árvore, analisados neste estudo.

Tabela 2.3: Estatísticas descritivas das variáveis dendrométricas, do volume, da biomassa seca e da densidade da madeira das árvores com DAP ≥ 5 cm registradas em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas, TO.

| Variável | Média | Desvio Padrão | Coefficiente de Variação (%) | Mínimo | Máximo |
|---------------------------------------|--------|---------------|------------------------------|---------|---------|
| DAP (cm) | 15,98 | 11,75 | 73,52 | 5,3 | 64,0 |
| Densidade básica (g/cm ³) | 0,51 | 0,19 | 37,25 | 0,31 | 0,92 |
| Altura total (m) | 10,26 | 3,40 | 33,08 | 3,80 | 22,70 |
| Altura fuste (m) | 5,23 | 2,21 | 42,39 | 0,85 | 11,50 |
| Biomassa fuste verde (kg) | 84,11 | 85,12 | 101,34 | 0,90 | 1005,15 |
| Biomassa fuste seca (Kg) | 65,32 | 75,25 | 115,20 | 0,67 | 898,22 |
| Biomassa folha verde (Kg) | 7,32 | 6,48 | 88,52 | 0,458 | 27,18 |
| Biomassa folha seca (Kg) | 4,98 | 4,92 | 98,80 | 0,28 | 15,89 |
| Biomassa galhos verde (Kg) | 90,34 | 93,12 | 103,08 | 2,90 | 1517,15 |
| Biomassa galhos seco (kg) | 71,25 | 77,75 | 109,12 | 1,43 | 1274,62 |
| Volume fuste c/c (m ³) | 0,0921 | 0,0988 | 107,27 | 0,0018 | 1,0133 |
| Volume fuste s/c (m ³) | 0,0829 | 0,0845 | 101,93 | 0,0016 | 0,9656 |
| Volume galhos c/c (m ³) | 0,0610 | 0,069 | 113,11 | 0,00005 | 1,1242 |
| Volume galhos s/c (m ³) | 0,0525 | 0,058 | 110,48 | 0,0004 | 1,0352 |

2.3.1. Ajustes dos modelos para estimar os estoques em volume e biomassa seca

Do total de árvores cubadas rigorosamente, 65 foram selecionadas para ajustar os modelos e as 19 restantes foram utilizadas para validação das equações selecionadas.

A Tabela 2.4 apresenta os resultados dos ajustes dos modelos para as variáveis volume total e do fuste, bem como suas respectivas medidas de precisão. Todos os modelos ajustados foram significativos ($p < 0,05$).

Tabela 2.4: Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações de volume total e do fuste, com casca, ajustadas para árvores com DAP ≥ 5 cm, em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

| Autor | Modelo | R ² Ajust | Syx (m ³) | Syx (%) |
|-------------------|--|----------------------|-----------------------|---------|
| Spurr | VTcc = $-0,000689 + 0,00005121DAP^2 \cdot Ht$ | 0,98 | 0,035 | 23,15 |
| | VFcc = $0,012289 + 0,0000273 \cdot DAP^2 \cdot Ht$ | 0,93 | 0,047 | 50,28 |
| Schumacher & Hall | VTcc = $0,000085 \cdot DAP^{2,122270} \cdot Ht^{0,666217}$ | 0,99 | 0,023 | 15,01 |
| | VFcc = $0,0001063 \cdot DAP^{1,79116} \cdot Ht^{0,792509}$ | 0,96 | 0,020 | 21,45 |
| Honner | VTcc = $DAP^2 / \left(1856,55 - 115,85 \cdot \frac{1}{Ht} \right)$ | 0,85 | 0,101 | 65,01 |
| | VFcc = $DAP^2 / \left(720,392 + 23340,1 \cdot \frac{1}{Ht} \right)$ | 0,92 | 0,024 | 25,77 |
| Takata | VTcc = $DAP^2 \cdot Ht / (20993,0 - 37,136 \cdot DAP)$ | 0,99 | 0,030 | 18,48 |
| | VFcc = $DAP^2 \cdot Ht / (23911,5 + 324,857 \cdot DAP)$ | 0,95 | 0,023 | 23,65 |
| Husch | VTcc = $0,00029167 \cdot DAP^{2,30125}$ | 0,97 | 0,051 | 33,13 |
| | VFcc = $0,00038316 \cdot DAP^{2,05326}$ | 0,90 | 0,054 | 57,88 |

Em que: VTcc = Volume total com casca; VFcc = Volume do fuste com casca; Ht = Altura Total (m); DAP = Diâmetro a Altura do Peito (cm).

Observe na Tabela 2.4, que o coeficiente de determinação (R² ajustado) para a variável volume (total e do fuste) variou de 0,85 a 0,99. Vários trabalhos realizados em áreas com vegetação nativa envolvendo ajuste de equações volumétricas (SILVA et al., 1984; SCOLFORO et al., 2008; COLPINI et al., 2009; IMAÑA-ENCINAS et al., 2009; RUFINI et al., 2010; ROCHA 2011) encontraram altos valores de R², quando o ajuste envolveu as variáveis DAP e altura, demonstrando que tais variáveis explicam bem as mudanças no volume das árvores.

Com relação ao erro padrão da estimativa, observa-se que os valores variaram de 15,01% a 65,01%. Scolforo et al. (2008), estudando áreas de cerradão em diferentes regiões no Estado de Minas Gerais encontraram valores de erro padrão residual variando entre 18% e 128% e, Rocha (2011), trabalhando com floresta estacional decidual no Estado de Goiás, vegetação essa que compartilha várias espécies com o cerradão, encontrou valores variando entre 28% e 272%.

Altos valores de erro padrão da estimativa encontrados em ajustes de equações de volume de comunidades florestais são comuns, em função tanto da elevada riqueza de espécies que as formações florestais nativas e tropicais apresentam, quanto da grande variabilidade existente na forma das árvores de mesma espécie, além também da baixa correlação entre as principais variáveis dendrométricas, que é resultante da complexa interação edafoclimática existente e também da ausência de práticas silviculturais.

Após analisar a Tabela 2.4, verifica-se que tanto para a estimativa do volume total quanto para o volume de fuste, os modelos apresentaram estatísticas satisfatórias com exceção do modelo de Honner, para obtenção do volume total, e do modelo de Husch, para obtenção do volume do fuste. Entretanto, as melhores estatísticas para a obtenção do volume total e volume de fuste são apresentadas pelo modelo de Takata e pelo Modelo de Schumacher e Hall, sendo o último ligeiramente superior.

O padrão de distribuição dos resíduos também variou entre os modelos testados (Figura 2.4). Seguindo o mesmo comportamento das estatísticas anteriores, verifica-se que as piores distribuições residuais variaram entre -127 e 53 para estimativa do volume total (Honner) e de -245 a 60 para a estimativa do volume do fuste (Husch), onde o modelo de Spurr apresentou-se também distribuições residuais não satisfatórias para esta variável. Os modelos de Takata e Schumacher & Hall também apresentaram as melhores distribuições residuais, sem qualquer tendenciosidade tanto para superestimar quanto para subestimar os volumes totais e dos fustes ao longo das diferentes classes diamétricas.

Comparando todas as medidas de precisão dos cinco modelos ajustados (Tabela 2.4 e Figura 2.4), fica evidente que os modelos de Takata e Schumacher & Hall sobressaíram aos demais para as estimativas do volume total e do fuste com casca em áreas de cerradão, no entanto o modelo de Schumacher & Hall apresentou ligeira superioridade em todos os critérios estabelecidos, sendo portanto escolhido como o mais apropriado para estimar o volume com casca das árvores de cerradão na área de estudo.

A superioridade deste modelo já foi constatada também em estudos realizados em área de cerradão (SCOLFORO et al., 2008) e também de outras formações florestais nativas (BOINA, 2008; COLPINI et al., 2009; THAINES et al., 2010).

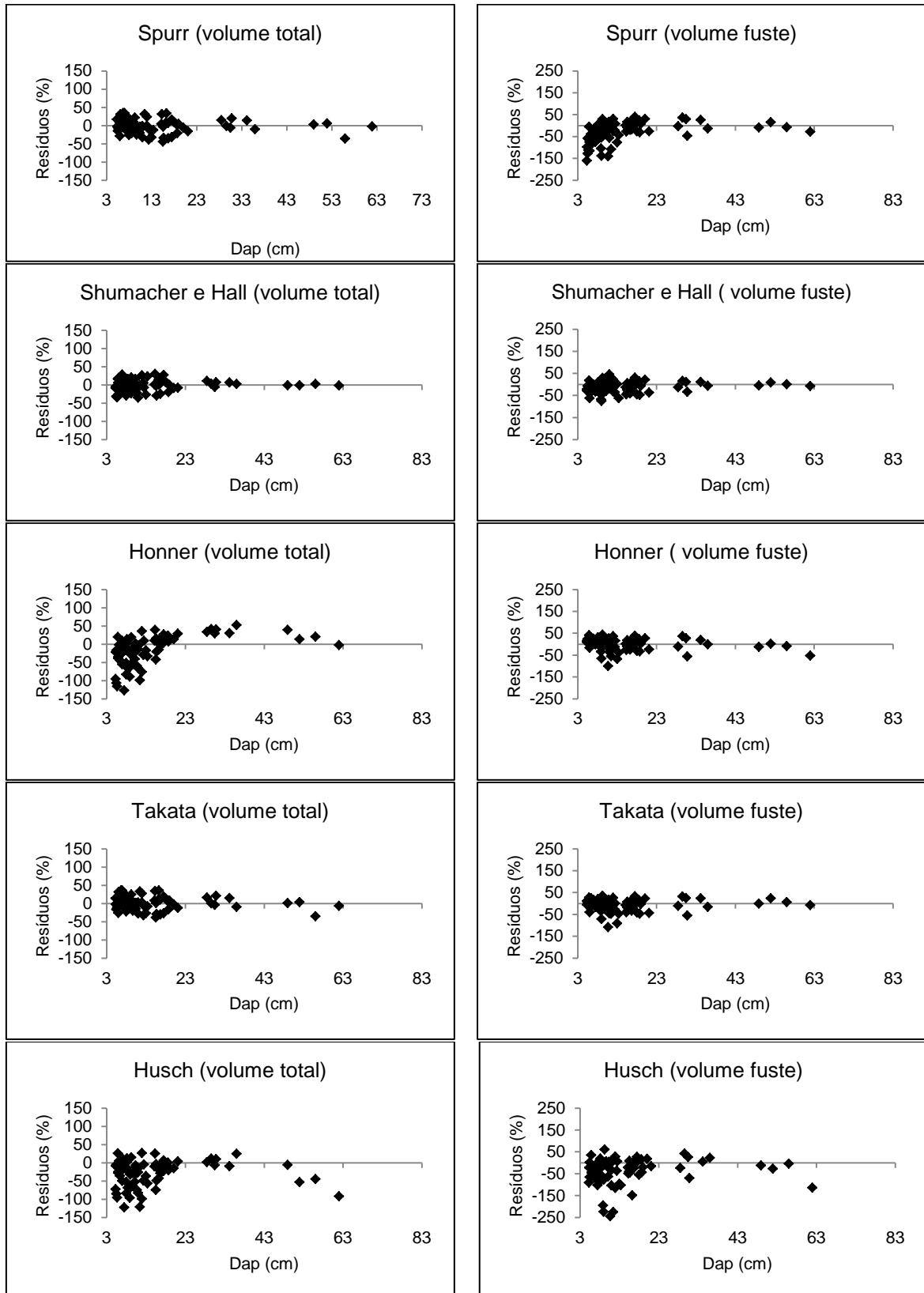


Figura 2.4: Gráfico de resíduos (%) das equações de volume total e do fuste, com casca, ajustadas para árvores com DAP ≥ 5 cm, em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

O teste de validação foi aplicado nas duas equações selecionadas (volume total com casca e volume do fuste com casca) e não foi encontrada diferença estatística significativa entre os volumes observados e os estimados pelas equações ajustadas, ao nível de 95% de probabilidade, o que comprova a confiabilidade das estimativas geradas pelas duas equações.

O volume de copa das árvores foi estimado a partir da diferença entre os valores estimados de volume total e volume do fuste. Essa forma de obter o volume da copa evita inconsistências. Caso o volume da copa também fosse estimado por meio de uma equação de regressão, ao somá-lo com o volume do fuste obtido por outra equação independente, o volume obtido para a árvore não seria igual ao estimado pela equação de regressão, própria para a árvore toda. Esse fato ocorre devido à independência do ajuste.

A Tabela 2.5 apresenta os resultados dos ajustes das equações de volume total e do fuste, sem casca, bem como suas respectivas medidas de precisão. Todos os modelos ajustados foram significativos ($p < 0,05$).

No cerradão ocorrem espécies de grande interesse comercial podendo citar-se: *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenthera falcata*, *Dipteryx alata*, *Emmotum nitens*, *Hymenaea stilbocarpa*, *Copaifera langsdorffii*, *Dalbergia miscolobium*, *Bowdichia virgilioides*, *Lafoensia pacari*, *Ferdinandusa elliptica*, dentre outras, logo a importância de quantificar o volume sem casca desta fitofisionomia.

Observe que as estatísticas dos modelos ajustados tiveram comportamento semelhante às equações com casca, com uma pequena perda na precisão, mas que pode ser considerada desprezível. Igualmente ao obtido para o ajuste do volume com casca, o modelo de Schumacher & Hall também foi considerado o mais apropriado.

Tabela 2.5: Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações de volume total e do fuste, sem casca, ajustadas para árvores com DAP ≥ 5 cm, em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

| Autor | Modelo | R ² Ajust | Syx (m ³) | Syx (%) |
|-------------------|--|----------------------|-----------------------|---------|
| Spurr | VTsc = 0,001334 + 0,0000563DAP ² · Ht | 0,98 | 0,033 | 23,55 |
| | VFsc = 0,010891 + 0,0000299 * DAP ² * Ht | 0,92 | 0,044 | 52,86 |
| Schumacher & Hall | VTsc = 0,000104795 * DAP ^{2,10144} * Ht ^{0,659806} | 0,99 | 0,023 | 16,67 |
| | VFsc = 0,0001260 * DAP ^{1,77246} * Ht ^{0,78745} | 0,96 | 0,020 | 22,62 |
| Honner | VTsc = DAP ² / $\left(1018,19 - 0,293996 * \frac{1}{Ht}\right)$ | 0,97 | 0,045 | 32,01 |
| | VFsc = DAP ² / $\left(1884,25 - 0,104893 * \frac{1}{Ht}\right)$ | 0,96 | 0,028 | 33,32 |
| Takata | VTsc = DAP ² * Ht / (18617,4 - 25,2415 * DAP) | 0,99 | 0,030 | 20,41 |
| | VFsc = DAP ² * Ht / (20706,1 + 341,61 * DAP) | 0,94 | 0,022 | 24,97 |
| Husch | VTsc = 0,000360724 * DAP ^{2,27709} | 0,97 | 0,046 | 33,39 |
| | VFsc = 0,000466252 * DAP ^{2,03021} | 0,90 | 0,050 | 59,64 |

Em que: VTcc = Volume total com casca; VFcc = Volume do fuste com casca; Ht = Altura Total (m); DAP = Diâmetro a Altura do Peito (cm).

2.3.1.1. Análise do volume de madeira da comunidade do cerradão

A Tabela 2.6 apresenta a distribuição dos volumes total e do fuste por classe de diâmetro. Observa-se que as árvores de menor diâmetro apresentam volume do fuste maior que o volume de copa. À medida que as árvores crescem e migram para classes de diâmetro superiores, essa relação se inverte, ou seja, árvores com maiores diâmetros, em geral, apresentam maior volume de copa.

Nota-se ainda pela Tabela 2.6, que de maneira geral, a porcentagem do volume de madeira das árvores do cerradão é maior no fuste (56%) do que na copa (44%). Tal resultado corrobora com o observado por Scolforo et al. (2008), que estudaram cerradões em três diferentes regiões em Minas Gerais e verificaram que a porcentagem do volume do fuste variou de 55 a 65%.

Tabela 2.6: Volume médio por classe de diâmetro de árvores com DAP ≥ 5 cm, registrado em área de cerradão, localizada no Parque do Lajeado, Palmas/TO.

| Classes de DAP (cm) | Vol. Total (m ³) | Vol. Fuste (m ³) | % Fuste | Vol. Copa | % Copa |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 5-10 | 0,0233 | 0,0184 | 79 | 0,0053 | 23 |
| 10-15 | 0,0602 | 0,0395 | 66 | 0,0206 | 34 |
| 15-20 | 0,1780 | 0,1163 | 65 | 0,0617 | 35 |
| 20-25 | 0,3148 | 0,1920 | 61 | 0,1227 | 39 |
| 25-30 | 0,8001 | 0,4800 | 60 | 0,3200 | 40 |
| 30-35 | 0,8254 | 0,4682 | 57 | 0,3571 | 43 |
| 35-40 | 1,4708 | 0,7680 | 52 | 0,7028 | 48 |
| 40-45 | 1,6889 | 0,8444 | 50 | 0,8444 | 50 |
| 45-50 | 2,025 | 0,9517 | 47 | 1,073 | 53 |
| 50-55 | 2,1252 | 0,9563 | 45 | 1,1688 | 55 |
| 55-60 | 2,1355 | 0,9609 | 45 | 1,1745 | 55 |
| ≥ 60 | 2,1487 | 0,9669 | 45 | 1,1818 | 55 |
| Média | - | - | 56 | | 44 |

A Tabela 2.7 mostra que para o cerradão estudado, as árvores das menores classes de diâmetro tendem a ter maior porcentagem de casca que as árvores das maiores classes. Isto é observado tanto no fuste quanto nos galhos.

Tabela 2.7: Porcentagem de casca registrado em árvores com DAP ≥ 5 cm em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

| Classes de DAP (cm) | Vol. Total c/c (m ³) | Vol. Total s/c (m ³) | % casca | Vol. Fuste c/c (m ³) | Vol. Fuste s/c (m ³) | % casca | Vol. Copa c/c (m ³) | Vol. Copa s/c (m ³) | % casca |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|
| 5-10 | 0,0233 | 0,0204 | 12,5 | 0,0184 | 0,0162 | 12 | 0,0049 | 0,0041 | 16,5 |
| 10-15 | 0,0602 | 0,0530 | 12,5 | 0,0395 | 0,0348 | 12 | 0,0206 | 0,0182 | 12,5 |
| 15-20 | 0,1780 | 0,1566 | 12,5 | 0,1163 | 0,1023 | 12 | 0,0617 | 0,0543 | 12,5 |
| 20-25 | 0,3148 | 0,2786 | 11,5 | 0,1920 | 0,1699 | 11,5 | 0,1287 | 0,1047 | 12,5 |
| 25-30 | 0,8001 | 0,7081 | 11,5 | 0,4800 | 0,4272 | 11 | 0,3200 | 0,2809 | 12,5 |
| 30-35 | 0,8254 | 0,7346 | 11,5 | 0,4682 | 0,4167 | 11 | 0,3571 | 0,3179 | 12,0 |
| 35-40 | 1,4708 | 1,3090 | 11 | 0,7680 | 0,6874 | 10,5 | 0,7028 | 0,6217 | 11,5 |
| 40-45 | 1,6889 | 1,5116 | 10,5 | 0,8444 | 0,7557 | 10,5 | 0,8444 | 0,7558 | 10,5 |
| 45-50 | 2,0250 | 1,8225 | 10 | 0,9517 | 0,8565 | 10 | 1,073 | 0,9660 | 10 |
| 50-55 | 2,1252 | 1,9233 | 10 | 0,9563 | 0,8607 | 10 | 1,1688 | 1,0626 | 9,5 |
| 55-60 | 2,1355 | 1,9433 | 9 | 0,9609 | 0,8744 | 9,5 | 1,1745 | 1,0689 | 9 |
| ≥ 60 | 2,1487 | 1,9768 | 9 | 0,9669 | 0,8750 | 9,0 | 1,1818 | 1,1018 | 9 |
| Média | - | - | 11,50 | | | 11,00 | | | 12,00 |

A menor porcentagem de casca foi registrada nas maiores árvores e foi igual a aproximadamente 9%, enquanto a maior porcentagem (12,5%) foi observada nas árvores pertencentes as menores classes de diâmetro. Em termos médios a porcentagem de casca para as plantas do cerradão foi de aproximadamente 11,50%.

A alta porcentagem de casca observada nas árvores do cerradão, especialmente nas árvores de menor diâmetro, está relacionada a uma estratégia de sobrevivência das espécies, pois além do déficit hídrico e das altas temperaturas durante grande parte do ano, as plantas do cerradão sofrem com distúrbios causados pelo fogo, seja este de forma natural ou antrópica, e as camadas mais espessas de casca podem resistir ou minimizar os danos causados pelas chamas, principalmente nas idades iniciais ou nas espécies de menor porte, garantido assim a continuidade das espécies.

2.3.2. Ajuste de modelos de regressão para estimar o estoque de biomassa seca

A Tabela 2.8 apresenta os resultados dos ajustes dos modelos de regressão para estimar o estoque de biomassa total e para o fuste das árvores do cerradão estudado. Todos os modelos foram significativos ($p < 0,05$).

Observa-se na Tabela 2.8 que o coeficiente de determinação (R^2) das equações ajustadas variou de 81,91% a 97,20%. Outros trabalhos também encontraram valores de R^2 nesta faixa (GUARINO & MEDEIROS, 2005; VIEIRA et al., 2008; SILVEIRA, 2009; ROCHA, 2011). Esses valores de R^2 , quando comparados aos ajustes de modelos volumétricos são, em média, ligeiramente inferiores.

O erro padrão da estimativa percentual variou de 27,96% a 64,05%. Observa-se que, de forma geral, os erros foram superiores aos registrados no ajuste das equações de volume, e isto se deve, provavelmente, à variável densidade da madeira, aliado também à alta heterogeneidade das árvores. Scolforo et al. (2008), trabalhando com distintas áreas de cerradão em Minas Gerais, encontraram valores de erro padrão da estimativa variando de 16 a 49% para equações de biomassa total.

Tabela 2.8: Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações de biomassa seca, ajustadas para árvores com DAP ≥ 5 cm, em área de cerradão no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

| Autor | Modelo | R ² Ajust | Syx (kg) | Syx (%) |
|-------------------|--|----------------------|----------|---------|
| Spurr | BTs = $0,949568605 + 0,02777641 \cdot \text{DAP}^2 \cdot \text{Ht}$ | 0,97 | 32,74 | 37,74 |
| | BFs = $8,092816617 + 0,00921173 \cdot \text{DAP}^2 \cdot \text{Ht}$ | 0,90 | 21,11 | 57,88 |
| Schumacher & Hall | BTs = $0,0123307 \cdot \text{DAP}^{1,79593} \cdot \text{Ht}^{1,54701}$ | 0,97 | 25,52 | 27,96 |
| | BFs = $0,0208857 \cdot \text{DAP}^{1,47985} \cdot \text{Ht}^{1,39106}$ | 0,96 | 18,55 | 44,96 |
| Honner | BTs = $\text{DAP}^2 / \left(3,52001 - 0,010012 \cdot \frac{1}{\text{Ht}} \right)$ | 0,94 | 30,05 | 32,01 |
| | BFs = $\text{DAP}^2 / \left(4,55001 + 25,26002 \cdot \frac{1}{\text{Ht}} \right)$ | 0,88 | 21,28 | 51,59 |
| Takata | BTs = $\text{DAP}^2 \cdot \text{Ht} / (32,3659 + 0,092295 \cdot \text{DAP})$ | 0,97 | 27,50 | 30,13 |
| | BFs = $\text{DAP}^2 \cdot \text{Ht} / (54,4537 + 1,29715 \cdot \text{DAP})$ | 0,89 | 19,95 | 48,36 |
| Husch | BTs = $0,215582 * \text{DAP}^{2,20774}$ | 0,88 | 48,25 | 52,60 |
| | BFs = $0,212952 * \text{DAP}^{1,9193}$ | 0,81 | 26,55 | 64,05 |

Em que: BTs= Biomassa total seca; BFs= Biomassa do fuste seca; Ht = Altura Total (m); DAP = Diâmetro a Altura do Peito (cm) com casca.

Verifica-se ainda (Tabela 2.8), que o comportamento das equações ajustadas para a estimativa da biomassa total e biomassa do fuste é o mesmo do volume.

As melhores estatísticas foram alcançadas pelos modelos de Takata e Schumacher & Hall, embora o último tenha sido ligeiramente superior.

A Figura 2.5 apresenta os gráficos de distribuição de resíduos dos modelos ajustados. Nota-se que os modelos de Takata e Schumacher & Hall também apresentaram as melhores distribuições de resíduos, garantindo assim ausência de tendências destes modelos e confiabilidade nas estimativas.

Analisando todas as medidas de precisão verificou-se que a equação de Schumacher & Hall foi a mais precisa, sendo, portanto, indicada para estimar a biomassa total e do fuste das árvores do cerradão no Parque Estadual do Lajeado, em Palmas, TO.

A biomassa de copa (galhos e folhas) foi obtida a partir da diferença entre a biomassa total e a biomassa do fuste.

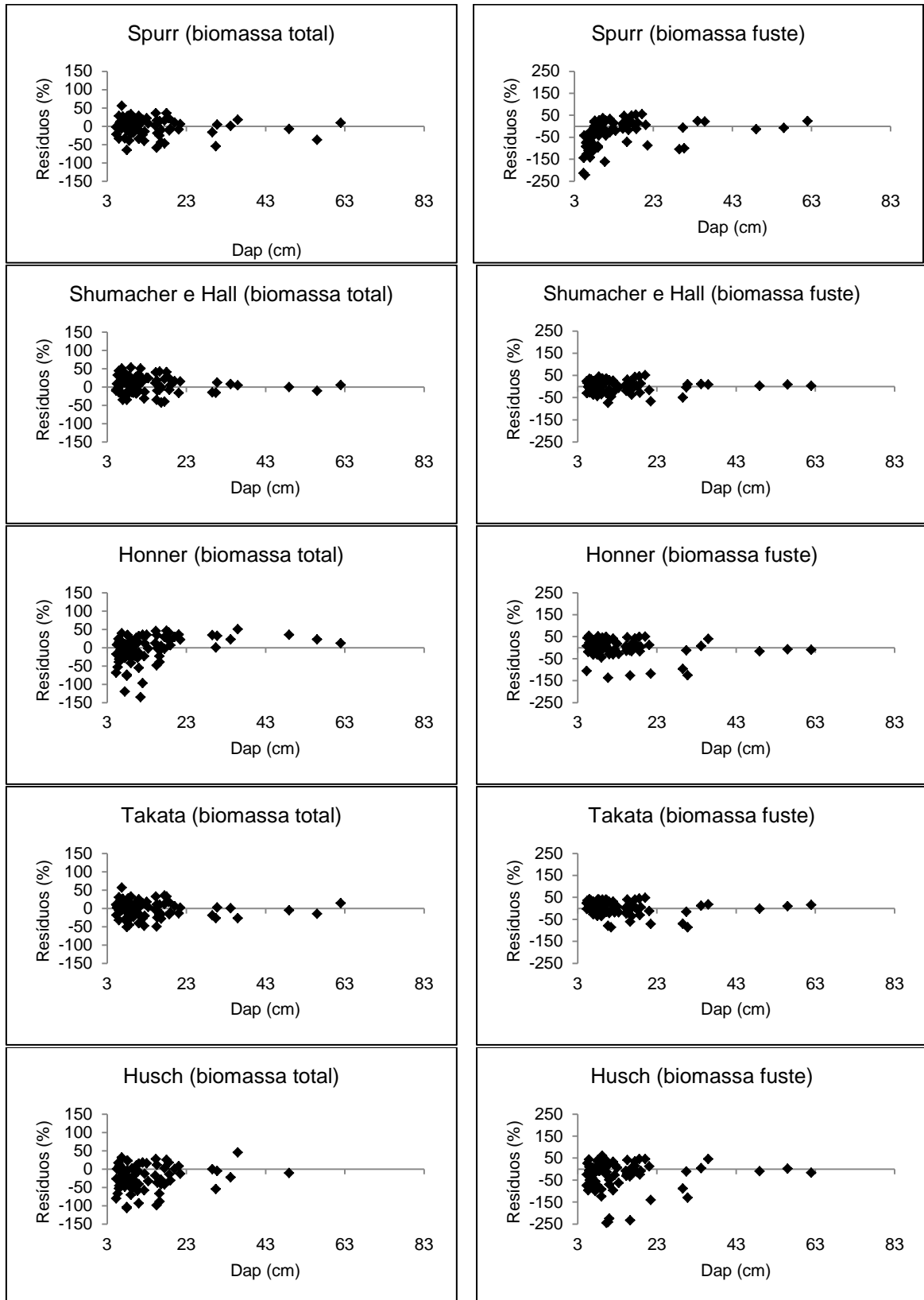


Figura 2.5: Gráfico de resíduos (%) das equações de biomassa seca total e do fuste, com casca, ajustadas para árvores com DAP ≥ 5 cm, em área de cerradão no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

2.3.2.1. Análise da biomassa seca na comunidade do cerradão

A Tabela 2.9, apresenta os valores estimados de biomassa seca total, do fuste e da copa, por classe de diâmetro.

Tabela 2.9: Estoque médio de biomassa seca por classe de diâmetro de árvores com DAP \geq 5 cm, registrado em área de cerradão no Parque do Lajeado, Palmas/TO.

| Classes de DAP (cm) | Bio. Total (Kg) | Bio. Fuste (Kg) | % Fuste | Bio. Copa | % copa |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| 5-10 | 15,80 | 9,10 | 58 | 6,70 | 42 |
| 10-15 | 41,68 | 24,03 | 58 | 17,65 | 42 |
| 15-20 | 103,45 | 58,10 | 56 | 45,35 | 44 |
| 20-25 | 181,44 | 88,05 | 49 | 93,39 | 51 |
| 25-30 | 362,47 | 175,92 | 49 | 186,55 | 51 |
| 30-35 | 378,56 | 179,68 | 47 | 98,88 | 53 |
| 35-40 | 1071,65 | 461,33 | 43 | 610,32 | 57 |
| 40-45 | 1046,69 | 450,75 | 43 | 595,94 | 57 |
| 45-50 | 1075,12 | 449,25 | 42 | 625,87 | 58 |
| 50-55 | 1082,01 | 471,25 | 44 | 610,76 | 56 |
| 55-60 | 1080,10 | 466,23 | 43 | 613,87 | 57 |
| \geq 60 | 1070,12 | 462,23 | 43 | 607,89 | 57 |
| Média | - | - | 48 | | 52 |

Observa-se na Tabela 2.9 que o maior percentual de biomassa seca ($> 50\%$) está concentrado no fuste das árvores pertencentes às menores classes de diâmetro, porém, à medida que aumentam as classes de diâmetro, este percentual tende a se reduzir e se estabilizar entre 40 e 43%. Mas, em média, as árvores do cerradão concentram mais biomassa na copa (52%) do que no fuste (48%), o que não aconteceu com o volume.

A maior concentração de biomassa na copa pode ser explicada pela inclusão das folhas, que no período analisado responderam por 7,3% da biomassa total. Mas, este percentual de folhas pode aumentar ou diminuir, dependendo da sazonalidade, considerando que o cerradão é caracterizado por ser ligeiramente caducifólio.

A partir dos valores de biomassa por classe de diâmetro foi possível também comprovar que, para o cerradão estudado, as árvores pertencentes às menores classes de diâmetro tendem a ter maior porcentagem de biomassa de casca que as árvores das maiores classes (Tabela 2.10).

Tabela 2.10: Percentagem de casca registrado em árvores com DAP ≥ 5 cm em área de cerradão localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

| Classes de DAP(cm) | Bio. Total c/c (kg) | Bio. Total s/c (Kg) | % casca | Bio. Fuste c/c (Kg) | Bio. Fuste s/c (Kg) | % casca | Bio. Copa c/c (Kg) | Bio. Copa s/c (Kg) | % casca |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------|---------------------|---------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|
| 5-10 | 15,80 | 11,85 | 25 | 9,10 | 7,21 | 21 | 6,70 | 4,64 | 31 |
| 10-15 | 41,68 | 29,20 | 28 | 21,03 | 16,22 | 23 | 20,65 | 12,98 | 37 |
| 15-20 | 103,45 | 77,14 | 25 | 49,10 | 39,37 | 20 | 54,35 | 37,77 | 31 |
| 20-25 | 181,44 | 136,35 | 25 | 75,05 | 65,01 | 13 | 106,39 | 71,34 | 33 |
| 25-30 | 362,47 | 294,24 | 18 | 115,92 | 98,04 | 15 | 246,88 | 196,20 | 21 |
| 30-35 | 378,56 | 304,44 | 19 | 131,68 | 115,65 | 13 | 247,55 | 188,79 | 24 |
| 35-40 | 1071,65 | 788,35 | 26 | 381,33 | 322,01 | 16 | 690,32 | 466,34 | 32 |
| 40-45 | 1046,69 | 857,51 | 18 | 337,75 | 281,21 | 17 | 708,94 | 576,30 | 19 |
| 45-50 | 1075,12 | 892,35 | 20 | 339,25 | 288,08 | 15 | 735,87 | 604,27 | 18 |
| 50-55 | 1082,01 | 898,07 | 20 | 401,25 | 337,07 | 16 | 680,37 | 561,00 | 18 |
| 55-60 | 1080,10 | 907,28 | 20 | 386,23 | 326,08 | 16 | 693,37 | 581,4 | 16 |
| ≥ 60 | 1070,12 | 909,60 | 20 | 392,23 | 326,04 | 17 | 677,89 | 583,56 | 14 |
| Média | - | - | 21 | | | 17 | | | 24 |

A percentagem de biomassa média de casca para as árvores cubadas (84) foi de 21%. Para os indivíduos de maiores diâmetros esta percentagem fica na casa dos 17%, já para os indivíduos de menores diâmetros a percentagem da biomassa de casca oscila de 24 a 29%. Resumidamente, a percentagem de biomassa de casca é maior na copa (24%) do que no fuste (17%).

2.3.3. Estimativas dos estoques em volume, biomassa seca e carbono na vegetação arbórea, em área de cerradão

Os estoques em volume com casca e biomassa seca, considerando árvores vivas e mortas em pé, com DAP ≥ 5 cm, em área de cerradão localizada no Parque Estadual do Lajeado estão apresentados na Tabela 2.11.

Observe que o cerradão do Parque Estadual do Lajeado apresenta um volume total médio, com casca, estimado igual a $126;71 \pm 9,82 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, considerando o fuste de toda a população de árvores vivas e mortas em pé, com DAP ≥ 5 cm, bem como os galhos com diâmetro até 3 cm (Tabela 2.11). Cerca de 62% desse volume encontram-se estocados no fuste e 38% na copa. Aproximadamente 11,5% deste volume total são provenientes de cascas. É importante destacar também que as árvores mortas em pé contribuem com aproximadamente 7% do volume médio por hectare. Quando se extrapola o volume médio para a área total do cerradão, ou seja, 10,15 ha, estima-se que na área de estudo encontram-se estocados cerca de $1.286,15 \pm 99,68 \text{ m}^3$ de madeira.

Tabela 2.11: Estimadores dos parâmetros das variáveis volume (m³) e biomassa seca (kg) da comunidade arbórea (DAP ≥ 5 cm) amostrada em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

| Variável | Área | Média | Erro % | Intervalo de confiança |
|------------------|-------------|------------|--------|-------------------------------------|
| Volume Total | Por hectare | 126,7147 | 7,75 | 116,8943 ≤ \bar{X} ≤ 136,5351 |
| | Total | 1.286,1545 | | 1.186,4770 ≤ \bar{X} ≤ 1.385,8310 |
| Volume Fuste | Por hectare | 79,2348 | 8,20 | 72,7375 ≤ \bar{X} ≤ 85,7320 |
| | Total | 804,2328 | | 738,2857 ≤ \bar{X} ≤ 870,1799 |
| Volume Copa | Por hectare | 47,1464 | 10,05 | 42,5916 ≤ \bar{X} ≤ 52,0957 |
| | Total | 458,5375 | | 428,2893 ≤ \bar{X} ≤ 528,7817 |
| Biomassa Total | Por hectare | 61.668,38 | 8,80 | 56.734,91 ≤ \bar{X} ≤ 66.601,85 |
| | Total | 62.5934,08 | | 575.859,36 ≤ \bar{X} ≤ 676.008,82 |
| Biomassa Fuste | Por hectare | 29.691,52 | 8,20 | 27.526,46 ≤ \bar{X} ≤ 32.125,58 |
| | Total | 301.363,89 | | 276.651,43 ≤ \bar{X} ≤ 326.055,36 |
| Biomassa da Copa | Por hectare | 31.976,86 | 12,2 | 28.075,64 ≤ \bar{X} ≤ 35.878,09 |
| | Total | 324.565,97 | | 284.968,19 ≤ \bar{X} ≤ 364.162,42 |

Nível de probabilidade 95%.

Estudos relacionados ao volume estocado na copa e no fuste das árvores e sobre percentual de casca no volume total indicam que existem variações entre biomas, entre regiões ou fisionomias dentro de um mesmo bioma, entre espécies e entre indivíduos de uma mesma espécie.

No Bioma Cerrado, por exemplo, Paula et al. (1993), estudando uma área de mata ripária no Distrito Federal, estimaram para indivíduos com DAP ≥ 5 cm, um volume igual a 170,44 m³.ha⁻¹, em que o tronco das árvores representavam 87% do volume total e os galhos, 13%. Outro estudo realizado por Paula et al. (1998), em uma área de cerrado *sensu stricto* no Estado do Maranhão, estimou o volume total de 40,50 m³.ha⁻¹ para indivíduos com DAP ≥ 5 cm. Cerca de 66% desse volume estavam estocados nos troncos das árvores e 34% nos galhos.

O inventário florestal do Tocantins (SEPLAN-TO, 2013) registrou para áreas de cerradão localizadas em diferentes regiões do estado, volumes variando de 94,42 m³.ha⁻¹ (Bacia do Rio Manuel Alves de Natividade, Faixa Sul) a 241,68 m³.ha⁻¹ (Bacia do Rio Coco, Faixa Centro), onde aproximadamente 40% do volume total das árvores encontram-se na copa e 60% no fuste. No entanto, um estudo realizado em áreas de cerradão no Estado de Minas Gerais (SCOLFORO et al., 2008) obteve proporção contrária à encontrada no inventário do Tocantins. Nas áreas de cerradão de Minas Gerais,

aproximadamente, 40% do material lenhoso encontrava-se no fuste e 60 % na copa. Os autores encontraram para a região um volume médio de $117 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$.

Observe que a relação entre volume do fuste e volume da copa encontrada por Scolforo et al. (2008) corrobora com os resultados deste estudo.

Rufini (2008), estudando a vegetação do Cerrado em Minas Gerais, em três regiões na bacia do Rio São Francisco, verificou que cerca de 48,3% a 54,9% do volume total de uma árvore estão estocados apenas no fuste. Além disso, segundo o autor, o percentual de casca em relação ao volume total de uma árvore pode variar de 10,7% a 21,9%.

A biomassa seca total média estocada, por hectare, considerando árvores vivas e mortas em pé, com $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$, foi estimada em $61.668,38 \pm 5.426,82 \text{ kg}$, mas, 7,3% dessa biomassa vem das folhas, e, portanto, o valor da biomassa total pode aumentar ou diminuir em função da condição de algumas espécies que ocorrem no cerradão. Além disso, a contribuição média da casca na produção total de biomassa seca está na faixa de 21%, mas, ao analisar cada compartimento separadamente, verificou-se que, 24% da biomassa seca da copa corresponde as cascas e 17% da biomassa seca do fuste vêm da casca, ou seja, o maior percentual de casca está estocado na copa.

Observe na Tabela 2.11 que, da biomassa seca total (fuste + copa) estocada nas árvores do cerradão, cerca de 52% encontra-se na copa e o restante no fuste.

Dados da SEPLAN -TO (2013) indicam que a quantidade de biomassa seca registrada em áreas de cerradão, localizadas em diferentes regiões no Estado do Tocantins, variam de 78 a $178 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$, valores estes superiores aos encontrados no presente estudo ($61,67 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$). Contudo, em áreas de cerradão no Estado de Minas Gerais, Scolforo et al. (2008) registraram, em média, $57 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$ para a biomassa seca, valor este que mais se aproxima aos resultados do presente estudo

Os altos valores de biomassa seca estimados para os cerradões do Estado do Tocantins podem ser explicados ou pelo fato de a região ainda apresentar maior grau de conservação, ou devido a presença de alta densidade de árvores de grande porte, ou ainda devido a utilização de uma equação ajustada para uma floresta ombrófila de terra firme do Amazonas desenvolvida por Higuchi et al. (1998), para estimar a biomassa das árvores.

Embora neste estudo não tenha sido realizada a amostragem de raízes, visando incluir na biomassa total da vegetação, o relatório do IPCC (1996) indica que a biomassa de raízes corresponde a 20% da biomassa aérea nas florestas de coníferas e a 25% da biomassa área nas florestas de folhosas. O valor sugerido pelo IPCC (1996) para as

florestas de folhosas foi corroborado por Caldeira et al. (2004), em um trabalho realizado em uma Floresta Ombrófila Mista Montana, localizada no Município de General Carneiro, Estado do Paraná, onde os autores constataram que a biomassa de raízes amostradas até a profundidade de 50 cm do nível do solo, correspondia a 25% da biomassa aérea total. Neste mesmo estudo foram apresentados dados de outros trabalhos feitos em florestas nativas localizadas em outras partes do mundo, e os valores apresentaram uma grande variação, ou seja, entre 9,2 e 48%.

Morais et al. (2013) estimou a biomassa de raízes em uma área de cerrado localizada no estado de Minas Gerais, considerando a profundidade para amostragem igual a um metro. Os autores observaram que a biomassa de raízes correspondia a 28% da biomassa total.

Utilizando o valor de 25% sugerido pelo o IPCC, nos resultados de biomassa deste estudo, a biomassa total da parte aérea e das raízes por hectare passa a ser igual a 77,09 t.ha⁻¹, distribuídas aproximadamente nas seguintes proporções: Folhas (7%), cascas (21%), raízes (25%) e lenho - fuste + galhos (47%).

A Tabela 2.12 apresenta os estoques em volume e biomassa seca total (fuste + copa) e, também, do fuste e da copa, das árvores vivas de todas as espécies registradas no cerrado estudado.

É importante destacar, que as árvores mortas também tiveram papel importante na produção em volume e biomassa do cerrado. Ao comparar as produções em volume e em biomassa seca da população de árvores mortas com as produções estimadas para a população de cada espécie registrada na comunidade arbórea do cerrado estudado, verificou-se que a população de árvores mortas ocupa a terceira maior posição, estando atrás apenas das produções de *Emmotum nitens* e *Tapirira guianensis*. Com a inclusão das árvores mortas, a produção total em volume do cerrado passa para 126,7147 m³.ha⁻¹, o que equivale a um acréscimo de 7% e, a produção total de biomassa seca passa para 61.668,38, correspondendo a um acréscimo de 6,7%.

Sanquetta et al. (2002) realizaram um estudo em uma reserva florestal no Chile e estimaram um estoque de biomassa igual a 558,30 t ha⁻¹. De acordo com os autores, as árvores mortas contribuíam com 5% da biomassa total. Amaro (2010) estimou em 227 t ha⁻¹ o estoque da biomassa lenhosa em uma floresta estacional semidecidual localizada no Estado de Minas Gerais e verificou que as árvores mortas contribuíam com 3,5 % do valor total da biomassa.

No presente estudo, igualmente ao observado para as árvores vivas da comunidade do cerradão, verificou-se que a maior produção volumétrica das árvores mortas está concentrada no fuste (62,8%), enquanto a maior produção em biomassa seca está concentrada na copa (53,3%).

Tabela 2.12: Produção em volume (m³.ha⁻¹) e em biomassa seca (kg.ha⁻¹), por espécie, para árvores com DAP ≥ 5 cm, em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

| Espécie | Vol.total (m ³ .ha ⁻¹) | Vol.fuste (m ³ .ha ⁻¹) | Vol.copa (m ³ .ha ⁻¹) | Bio.total (Kg.ha ⁻¹) | Bio.fuste (Kg.ha ⁻¹) | Bio.copa (Kg.ha ⁻¹) |
|----------------------------------|--|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Agonandra brasiliensis</i> | 0,0040 | 0,0035 | 0,0005 | 1,44 | 1,09 | 0,34 |
| <i>Alibertia edulis</i> | 0,0238 | 0,0204 | 0,0033 | 9,61 | 6,83 | 2,78 |
| <i>Aspidosperma macrocarpon</i> | 0,5007 | 0,3056 | 0,1952 | 264,58 | 107,34 | 157,24 |
| <i>Aspidosperma subincanum</i> | 1,0825 | 0,7167 | 0,3658 | 463,36 | 227,70 | 235,67 |
| <i>Bocageopsis multiflora</i> | 0,2896 | 0,2106 | 0,0790 | 172,05 | 86,00 | 86,06 |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> | 0,3560 | 0,2364 | 0,1196 | 173,84 | 81,77 | 92,07 |
| <i>Byrsonima coccolobifolia</i> | 0,2782 | 0,1982 | 0,0800 | 107,43 | 60,03 | 47,40 |
| <i>Byrsonima laxiflora</i> | 0,4511 | 0,3523 | 0,0988 | 226,32 | 131,53 | 94,80 |
| <i>Byrsonima pachyphylla</i> | 0,7373 | 0,4759 | 0,2614 | 296,93 | 144,87 | 152,06 |
| <i>Byrsonima sericea</i> | 1,9008 | 1,1834 | 0,7175 | 959,36 | 410,51 | 548,85 |
| <i>Caryocar coriaceum</i> | 7,7692 | 4,1970 | 3,5722 | 3354,80 | 1439,05 | 1915,75 |
| <i>Casearia arborea</i> | 0,1648 | 0,1147 | 0,0501 | 88,97 | 42,82 | 46,14 |
| <i>Casearia grandiflora</i> | 0,0189 | 0,0165 | 0,0024 | 10,17 | 6,73 | 3,44 |
| <i>Cenostigma macrophyllum</i> | 0,1828 | 0,1248 | 0,0580 | 96,52 | 45,89 | 50,63 |
| <i>Connarus perrottetii</i> | 0,0147 | 0,0124 | 0,0023 | 8,45 | 5,21 | 3,24 |
| <i>Connarus suberosus</i> | 0,8152 | 0,4972 | 0,3180 | 383,21 | 161,48 | 221,74 |
| <i>Couepia grandiflora</i> | 0,0046 | 0,0040 | 0,0006 | 1,65 | 1,22 | 0,43 |
| <i>Dalbergia densiflora</i> | 0,0316 | 0,0252 | 0,0064 | 12,84 | 8,26 | 4,58 |
| <i>Dalbergia miscolobium</i> | 0,1746 | 0,1076 | 0,0670 | 71,20 | 32,23 | 38,97 |
| <i>Davilla elliptica</i> | 0,0606 | 0,0446 | 0,0160 | 19,08 | 11,98 | 7,10 |
| <i>Dimorphandra gardineriana</i> | 0,0310 | 0,0246 | 0,0064 | 11,21 | 7,45 | 3,76 |
| <i>Diospyros hispida</i> | 0,0122 | 0,0101 | 0,0021 | 4,21 | 2,97 | 1,24 |
| <i>Dyospiros sericea</i> | 0,6398 | 0,3817 | 0,2581 | 340,38 | 135,51 | 204,87 |
| <i>Emmotum nitens</i> | 18,2145 | 11,0225 | 7,1919 | 9435,31 | 4233,91 | 5201,40 |
| <i>Eriotheca gracilipes</i> | 0,1907 | 0,1246 | 0,0661 | 80,07 | 39,02 | 41,05 |
| <i>Eriotheca pubescens</i> | 0,0120 | 0,0106 | 0,0014 | 5,46 | 3,89 | 1,58 |
| <i>Erythroxylum daphnites</i> | 0,2178 | 0,1835 | 0,0343 | 86,40 | 60,08 | 26,32 |
| <i>Ferdinandusa elliptica</i> | 4,0267 | 2,2132 | 1,8135 | 2361,46 | 1006,83 | 1354,62 |
| <i>Hancornia speciosa</i> | 0,0716 | 0,0527 | 0,0189 | 28,12 | 16,20 | 11,92 |
| <i>Himatanthus obovatus</i> | 0,0051 | 0,0041 | 0,0010 | 1,47 | 1,06 | 0,41 |
| <i>Himatanthus sucuuba</i> | 0,3621 | 0,2355 | 0,1266 | 169,09 | 77,97 | 91,12 |
| <i>Hirtella ciliata</i> | 0,0405 | 0,0303 | 0,0102 | 18,09 | 10,32 | 7,77 |
| <i>Hirtella glandulosa</i> | 0,0974 | 0,0612 | 0,0362 | 44,61 | 19,76 | 24,85 |
| <i>Hymenaea martiana</i> | 0,0218 | 0,0151 | 0,0068 | 7,03 | 3,98 | 3,05 |
| <i>Hymenaea stigonocarpa</i> | 0,1563 | 0,0939 | 0,0625 | 52,05 | 24,17 | 27,88 |
| <i>Hymenolobium petraeum</i> | 0,0058 | 0,0049 | 0,0008 | 2,21 | 1,58 | 0,63 |
| <i>Inga alba</i> | 1,0435 | 0,7250 | 0,3185 | 642,10 | 295,79 | 346,31 |
| <i>Kielmeyera coriacea</i> | 0,0035 | 0,0031 | 0,0004 | 1,29 | 1,00 | 0,29 |
| <i>Lafoensia pacari</i> | 0,0168 | 0,0125 | 0,0043 | 6,40 | 3,81 | 2,60 |
| <i>Leptolobium dasycarpum</i> | 0,3201 | 0,1924 | 0,1277 | 171,90 | 68,01 | 103,89 |

Continua...

Continuação...

| Espécie | Vol.total (m ³ .ha ⁻¹) | Vol.fuste (m ³ .ha ⁻¹) | Vol.copa (m ³ .ha ⁻¹) | Bio.total (Kg.ha ⁻¹) | Bio.fuste (Kg.ha ⁻¹) | Bio.copa (Kg.ha ⁻¹) |
|---------------------------------|--|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Licania apetala</i> | 0,5197 | 0,3545 | 0,1652 | 263,46 | 126,24 | 137,22 |
| <i>Licania egleri</i> | 0,3956 | 0,2611 | 0,1346 | 247,09 | 105,92 | 141,16 |
| <i>Licania gardineri</i> | 0,1125 | 0,0765 | 0,0361 | 52,84 | 25,93 | 26,91 |
| <i>Licania kunthiana</i> | 0,0135 | 0,0107 | 0,0028 | 4,27 | 2,97 | 1,30 |
| <i>Mabea fistulifera</i> | 0,0381 | 0,0313 | 0,0069 | 19,95 | 12,14 | 7,81 |
| <i>Maprounea guianensis</i> | 1,5164 | 1,0382 | 0,4781 | 833,24 | 389,77 | 443,47 |
| <i>Matayba guianensis</i> | 0,1425 | 0,1032 | 0,0393 | 78,76 | 39,97 | 38,79 |
| <i>Mezilaurus itauba</i> | 5,9436 | 3,4755 | 2,4680 | 3212,93 | 1428,23 | 1784,70 |
| <i>Miconia albicans</i> | 1,6884 | 1,3716 | 0,3168 | 643,18 | 431,82 | 211,36 |
| <i>Miconia cuspidata</i> | 1,6344 | 1,1621 | 0,4723 | 896,36 | 445,14 | 451,23 |
| <i>Miconia pepericarpa</i> | 0,0215 | 0,0177 | 0,0039 | 6,99 | 5,00 | 1,99 |
| <i>Mouriri glazioviana</i> | 0,0161 | 0,0133 | 0,0029 | 8,78 | 5,32 | 3,46 |
| <i>Mouriri pusa</i> | 0,8770 | 0,4382 | 0,4388 | 357,10 | 119,98 | 237,12 |
| <i>Myrcia multiflora</i> | 0,0173 | 0,0144 | 0,0028 | 6,20 | 4,40 | 1,80 |
| <i>Myrcia splendens</i> | 13,3105 | 8,8674 | 4,4431 | 5279,25 | 2667,00 | 2612,26 |
| <i>Ocotea pulchella</i> | 0,1314 | 0,0787 | 0,0526 | 58,03 | 24,39 | 33,64 |
| <i>Ouratea ovalis</i> | 0,2555 | 0,1889 | 0,0666 | 83,91 | 52,05 | 31,85 |
| <i>Parkia pendula</i> | 0,8272 | 0,4258 | 0,4014 | 365,70 | 124,85 | 240,85 |
| <i>Parkia platycephala</i> | 8,8243 | 4,8431 | 3,9811 | 3945,32 | 1466,50 | 2478,81 |
| <i>Physocalymma scaberrimum</i> | 0,5988 | 0,3710 | 0,2277 | 312,21 | 130,31 | 181,91 |
| <i>Piptocarpha macropoda</i> | 0,1318 | 0,0986 | 0,0332 | 58,09 | 33,37 | 24,71 |
| <i>Plathymenia reticulata</i> | 0,1856 | 0,1174 | 0,0682 | 74,32 | 34,73 | 39,60 |
| <i>Pouteria ramiflora</i> | 3,6027 | 2,0248 | 1,5779 | 1700,71 | 638,34 | 1062,37 |
| <i>Protium heptaphyllum</i> | 0,2345 | 0,1808 | 0,0537 | 115,80 | 66,29 | 49,50 |
| <i>Qualea grandiflora</i> | 0,6378 | 0,4428 | 0,1951 | 265,64 | 139,32 | 126,32 |
| <i>Qualea multiflora</i> | 0,0946 | 0,0630 | 0,0317 | 40,11 | 19,77 | 20,34 |
| <i>Qualea parviflora</i> | 8,5751 | 5,4851 | 3,0900 | 3719,91 | 1729,60 | 1990,31 |
| <i>Roupala montana</i> | 0,0263 | 0,0204 | 0,0059 | 14,48 | 8,07 | 6,41 |
| <i>Rourea induta</i> | 0,0055 | 0,0047 | 0,0008 | 2,09 | 1,50 | 0,58 |
| <i>Sacoglottis guianensis</i> | 0,9538 | 0,6352 | 0,3186 | 580,75 | 253,55 | 327,20 |
| <i>Schefflera vinosa</i> | 0,0450 | 0,0342 | 0,0109 | 29,62 | 15,14 | 14,48 |
| <i>Simarouba versicolor</i> | 0,4035 | 0,2802 | 0,1233 | 225,49 | 107,54 | 117,95 |
| <i>Siparuna guianensis</i> | 0,5058 | 0,3772 | 0,1287 | 300,39 | 153,34 | 147,05 |
| <i>Tachigale vulgaris</i> | 6,0817 | 3,8479 | 2,2338 | 3442,71 | 1540,59 | 1902,12 |
| <i>Tapirira guianensis</i> | 10,8002 | 6,9911 | 3,8091 | 5706,95 | 2638,84 | 3068,11 |
| <i>Tapirira obtusa</i> | 1,5038 | 1,0123 | 0,4915 | 833,90 | 381,78 | 452,11 |
| <i>Tetragastris altissima</i> | 0,0213 | 0,0161 | 0,0052 | 9,60 | 5,52 | 4,09 |
| <i>Thyrsodium spruceanum</i> | 0,0076 | 0,0070 | 0,0007 | 4,33 | 2,98 | 1,34 |
| <i>Vatairea macrocarpa</i> | 0,0709 | 0,0544 | 0,0166 | 37,67 | 20,92 | 16,76 |
| <i>Virola sebifera</i> | 0,8046 | 0,5643 | 0,2402 | 432,17 | 209,70 | 222,47 |
| <i>Vochysia gardneri</i> | 0,3798 | 0,2949 | 0,0849 | 177,81 | 105,50 | 72,31 |
| <i>Xylopia aromatica</i> | 5,5391 | 4,0552 | 1,4839 | 2874,29 | 1512,37 | 1361,92 |
| TOTAL | 117,8455 | 73,9989 | 43,8468 | 57513,06 | 27752,53 | 29760,54 |

A Figura 2.6 apresenta a distribuição do volume total (m³.ha⁻¹) e da biomassa total (kg.ha⁻¹), por classe de diâmetro, da comunidade arbórea do cerradão, considerando ainda a contribuição de cada compartimento da árvore, ou seja, fuste e copa. Observe também que as maiores produções em volume e biomassa estão concentradas na população de árvores com diâmetros variando de 10 a 25 cm e que, igualmente ao observado para toda a comunidade arbórea do cerradão, os maiores estoques em volume e biomassa seca das

árvores pertencentes a diferentes classes de diâmetro, estão concentrados, em grande parte, respectivamente, no fuste e na copa.

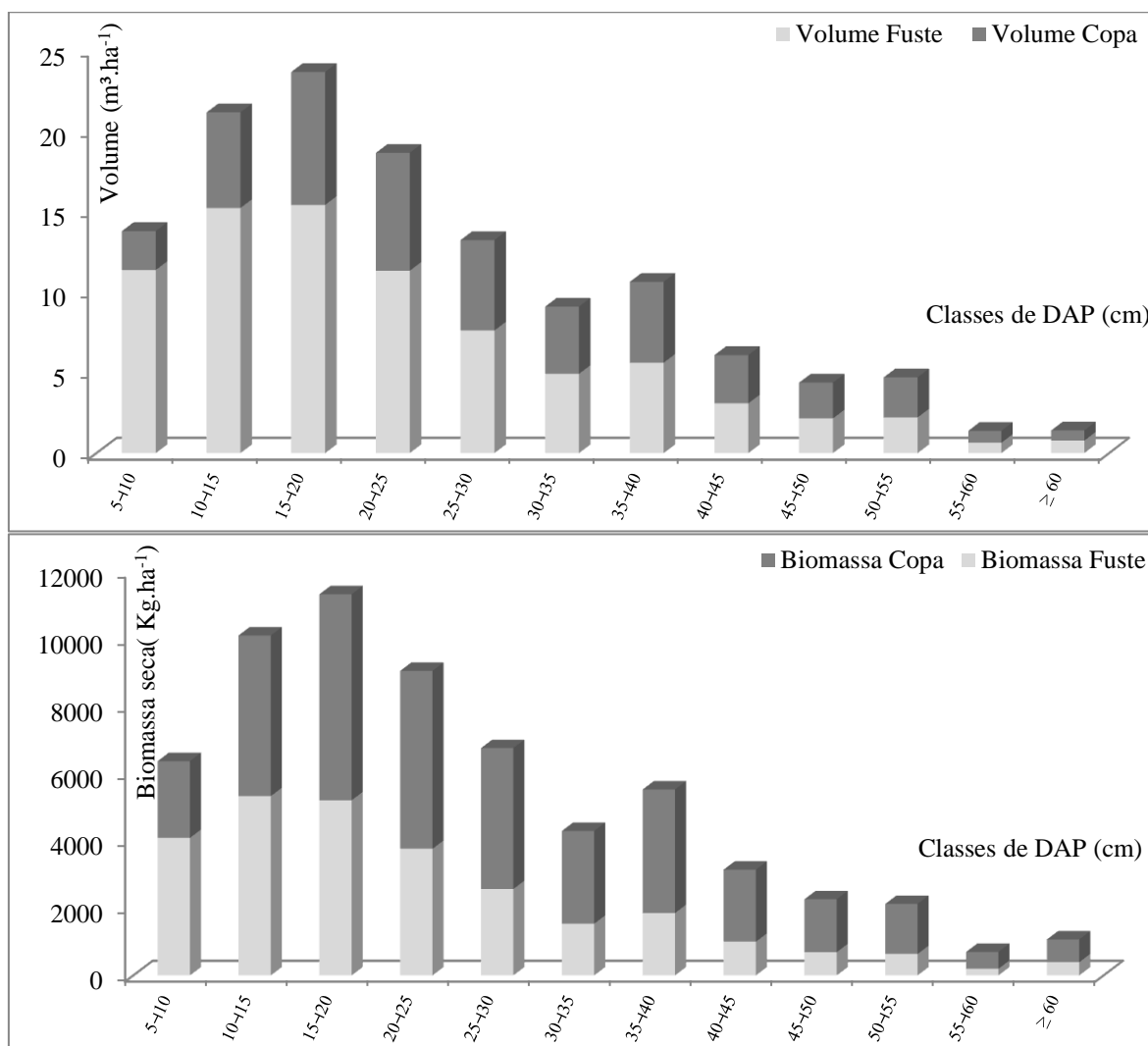


Figura 2.6: Distribuição da produção em volume (m³.ha⁻¹) e em biomassa seca (kg.ha⁻¹), por classe de diâmetro, da comunidade arbórea em área de cerrado, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

A Tabela 2.13 apresenta a produção em volume e biomassa das espécies que se destacam na área de cerrado por apresentar maior índice de Valor de Importância (IVI).

Comparando as tabelas 2.12 e 2.13, verifica-se que com exceção de *Miconia albicans*, todas as demais espécies de maior IVI também se destacam na área por apresentar maior volume de madeira e maior estoque de biomassa seca, seja pela elevada densidade (número de árvores por hectare) que ocupam na área e/ou pelo maior porte de suas árvores. Embora *Miconia albicans* ocorra com alta densidade no cerrado estudado,

sua área basal é bastante baixa ($0,38 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$), o que, conseqüentemente, proporciona produções menores em volume e biomassa, especialmente para o fuste, considerando que a variável área basal apresenta alta correlação com essas variáveis.

Tabela 2.13: Produção em volume ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) e em biomassa seca ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$) das 10 espécies de maior IVI registradas em área de cerradão, localizada em Palmas/TO. (Espécies classificadas em ordem decrescente de IVI).

| Nome Científico | Ordem de IVI | Vol.total ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) | Vol.fuste ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) | Vol.copa ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) | Bio.total ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$) | Bio.fuste ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$) | Bio.copa ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$) |
|----------------------------|--------------|---|---|--|--|--|---|
| <i>Myrcia splendens</i> | 1 | 13,3105 | 8,8674 | 4,4431 | 5.279,25 | 2.777,00 | 2.502,26 |
| <i>Emmotum nitens</i> | 2 | 18,2145 | 11,0225 | 7,1919 | 9.435,31 | 4.443,91 | 4.991,40 |
| <i>Qualea parviflora</i> | 3 | 8,5751 | 5,4851 | 3,0900 | 3.719,91 | 1.839,60 | 1.880,31 |
| <i>Xylopia aromatica</i> | 4 | 5,5391 | 4,0552 | 1,4839 | 2.879,24 | 1.622,37 | 1.251,92 |
| <i>Tapirira guianensis</i> | 5 | 10,8002 | 6,9911 | 3,8091 | 5.706,95 | 2.748,84 | 2.958,11 |
| <i>Miconia albicans</i> | 6 | 1,6884 | 1,3716 | 0,3168 | 643,18 | 431,82 | 211,36 |
| <i>Parkia platycephala</i> | 7 | 8,8243 | 4,8431 | 3,9811 | 3.945,32 | 1.776,50 | 2.168,81 |
| <i>Caryocar coriaceum</i> | 8 | 7,7692 | 4,1970 | 3,5722 | 3.354,80 | 1.449,05 | 1.905,75 |
| <i>Tachigale vulgaris</i> | 9 | 6,0817 | 3,8479 | 2,2338 | 3.442,71 | 1.650,59 | 1.792,12 |
| <i>Mezilaurus itauba</i> | 10 | 5,9436 | 3,4775 | 2,4680 | 3.212,93 | 1.538,23 | 1.674,70 |
| TOTAL | | 86,7466 | 45,2910 | 32,5899 | 41619,6 | 20277,91 | 21336,74 |

A produção em volume e biomassa seca das 10 espécies classificadas como sendo de maior IVI, mesmo incluindo a população de *Miconia albicans*, é bastante alta na comunidade e representa, respectivamente, 73,61% e 72,36% dos totais registrados na área, considerando apenas árvores vivas.

Se for incluída a população de árvores mortas na produção total de volume e biomassa, a representatividade das árvores de maior IVI ainda continua alta, passando para, respectivamente, 68,46% e 67,49%. Portanto, observa-se que bem mais de 50% da produção em volume e biomassa seca, se deve as espécies classificadas na comunidade do cerradão como as mais importantes em termos de ocorrência, o que envolve a densidade ($\text{n}^\circ.\text{ha}^{-1}$), a dominância ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) e a distribuição mais homogênea na área.

Estas relações já eram esperadas considerando que em formações florestais tropicais grande parte da produção florestal se restringe a um grupo pequeno de espécies e a grande maioria das espécies apresentam baixíssimas produções, em função da baixa densidade e da pequena área basal que ocupam.

Vale destacar que a mesma relação observada em toda a comunidade do cerradão também se mantém para a população das espécies de maior IVI na área, ou seja,

aproximadamente 63% da produção volumétrica encontra-se estocada no fuste e cerca de 48% da produção em biomassa seca está estocada na copa.

Do ponto de vista da produção, essas relações encontradas são interessantes para o mercado florestal, haja vista que espécies como *Mezilaurus itauba* podem e vem sendo usada na construção civil pesada interna, que engloba as peças de madeira serrada na forma de vigas, caibros, pranchas e tábuas utilizadas em estruturas de cobertura, onde tradicionalmente era empregada a madeira de *Aspidosperma polyneuron* (FERREIRA, 2003;).

O *Emmotun nitens* é largamente usado na zona rural como vigamentos, moirões de cerca, dormentes, pranchas para construções de pontes e os frutos secos são utilizados para artesanato (SALOMÃO, 2003.; MATOS; QUEIROZ, 2009).

A madeira de *Parkia platycephala* é usada para caixotaria, tabuados para divisões internas em pequenas construções, forros, confecção de brinquedos, bem como para lenha e carvão e suas vagens conforme enfatizou Alves (2007) é uma importante fonte de suplementação alimentar de ruminantes.

O *Caryocar coriaceum* apresenta uma madeira de boa resistência para marcenaria, embora seja proibido seu corte. Todavia a polpa e a amêndoa são muito apreciadas e utilizadas em culinária, e o óleo da amêndoa tem efeitos medicinais agindo principalmente como um cicatrizante (LORENZI, 2009).

A madeira da *Qualea parviflora*, pode ser usada para canoas, obras internas, carpintaria, caixotaria e como fonte de energia. A casca é adstringente de uso externo além de ser rica em tanino, podendo ser utilizada nas indústrias de couro (BRANDÃO, 1991; SALOMÃO, 2003; DINIZ FILHO et al., 2007).

O *Tachigale vulgaris*, é uma espécie de grande porte e apresenta um rápido crescimento, é usado em projetos de recuperação de áreas perturbadas. Tem se destacado nos ensaios de competição, como espécie florestal promissora para produção de energia, com boa adaptação aos solos pobres e ácidos, sua madeira é similar à do eucalipto, quanto à densidade básica e volume por unidade de área (LIMA, 2004; PARRON et al. 2008; CAMPOS FILHO, 2009).

A *Tapirira guianensis* apresenta uma madeira leve, macia e bastante utilizada para fabricação de brinquedos, painéis compensados, embalagens leves, obras de entalhe, móveis comuns, saltos para calçados, parte internas na construção civil como forros, lambris, molduras e cabo de vassoura. É apontada como uma espécie lenhosa energética

de interesse econômico na Floresta Atlântica, principalmente no estado de Pernambuco (NASCIMENTO et al., 2007), e por fim as espécies *Myrcia splendens* e *Xylopia aromática* são utilizadas como lenha e carvão.

Desse modo, o cerradão apresenta claros indícios do seu potencial em produção, seja para construção civil, ou para energia (lenha e carvão). Todavia são necessárias maiores investigações sobre o potencial de uso comercial dessas espécies, visando desenvolver técnicas de manejo para seu uso sustentável.

A Figura 2.7 mostra a relação por classe de diâmetro, entre as variáveis volume, biomassa seca e número de árvores, por hectare. Nota-se que, embora a primeira classe de diâmetro (5-10 cm) concentre mais de 50% do número de árvores do cerradão estudado, não se observa qualquer correspondência com as produções em volume e biomassa seca. Os resultados apresentados mostram que as produções em volume e biomassa seca estocadas na população de árvores pertencentes a primeira classe de diâmetro, representam apenas cerca de 12% do total estocado por toda a comunidade.

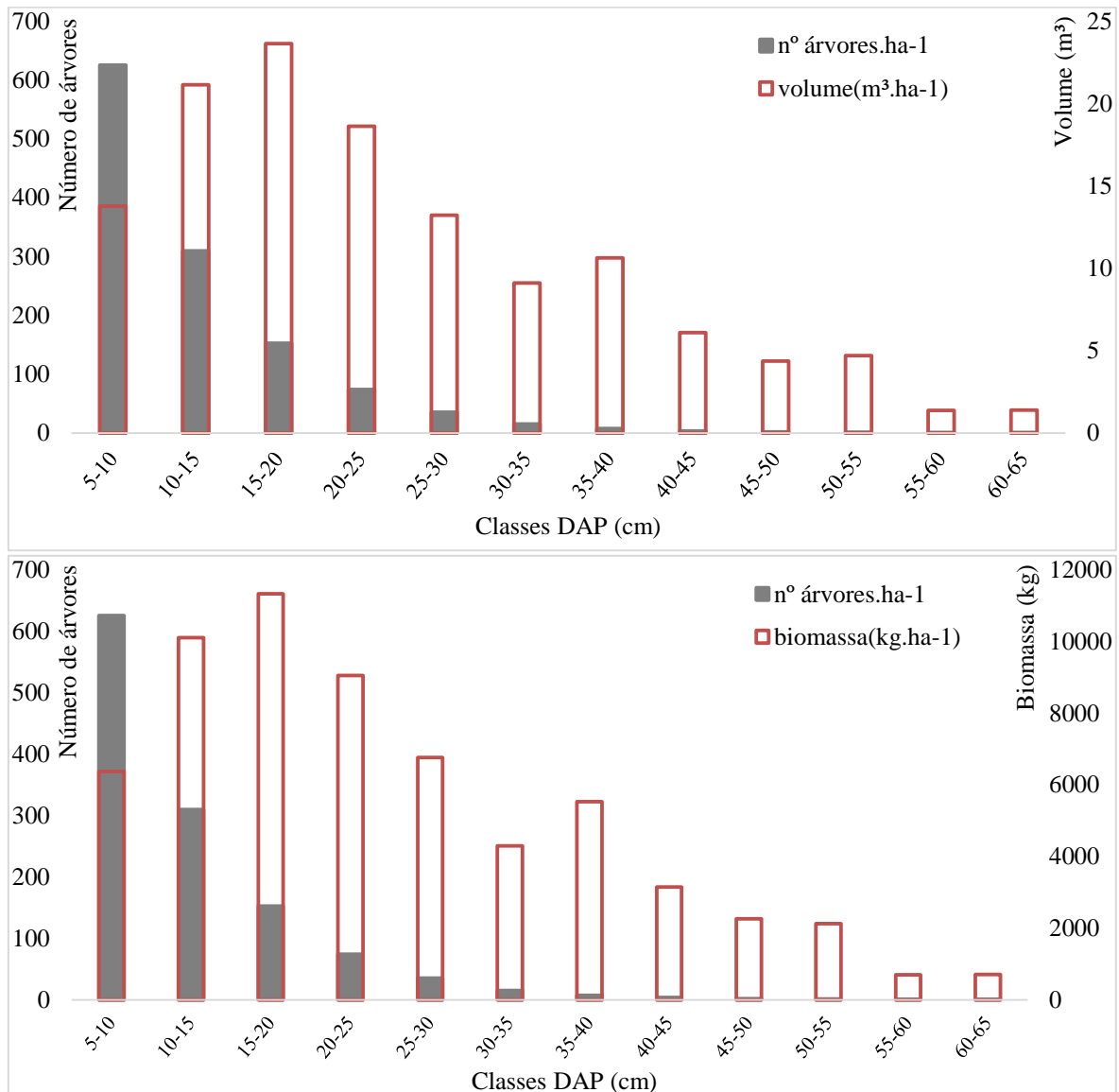


Figura 2.7: Distribuição por classe de DAP das variáveis volume ($m^3.ha^{-1}$), biomassa seca ($kg.ha^{-1}$) e número de árvores, em área de cerradão, localizada no Parque Estadual do Lajeado, Palmas/TO.

Destaca-se também que, embora a terceira classe diamétrica (Figura 2.7) represente menos de 13% do número de árvores por hectare da comunidade do cerradão, sua população é responsável pelos maiores estoques em volume e biomassa seca. Generalizando, é possível afirmar que, mesmo com as menores densidades da comunidade, as maiores classes de diâmetro concentram proporcionalmente as maiores produções em volume e biomassa.

Estima-se que o estoque de carbono no cerradão do Parque Estadual do Lajeado seja aproximadamente $30,83 t.ha^{-1}$, considerando a biomassa aérea (galhos, fuste, folhas e casca) e apenas as árvores com $DAP \geq 5$ cm. Extrapolando para a área total (10,15 ha),

pode-se afirmar que o cerradão estudado estoca cerca de $312,97 \pm 27,54$ toneladas, ao nível de 95% de probabilidade.

Adicionando a biomassa da raiz, segundo critério do IPCC (1996), razão 1:4 da biomassa total da parte aérea para florestas tropicais, o estoque de carbono total passa a ser igual a $38,55 \text{ t ha}^{-1}$ e para a área total $391,23 \pm 34,83$ toneladas.

Ao distribuir o estoque de carbono por compartimento do cerradão tem-se que $14,80 \text{ t ha}^{-1}$ (48% do total) estão estocados nos fustes com casca; $2,73 \text{ t ha}^{-1}$ (17%) nas cascas dos fustes; $16,03 \text{ t ha}^{-1}$ (52%) nas copas com casca; $3,85 \text{ t ha}^{-1}$ (24%) nas cascas das copas; $1,17 \text{ t ha}^{-1}$ (7,3%) nas folhas e $7,71 \text{ t ha}^{-1}$ (25%) nas raízes. As cascas dos fustes e das copas (galhos) representam 21% do carbono total estocado na parte aérea.

Em florestas estacionais semidecíduais, em Minas Gerais, Boina (2008), estudando dois fragmentos, encontrou $36,7$ e $76,17 \text{ t.ha}^{-1}$ de carbono. Rocha (2011) trabalhando em uma floresta estacional semidecidual no Estado de Goiás chegou a valores de $19,58 \text{ t.ha}^{-1}$. Rezende et al. (2006) ao trabalhar em área de cerrado *sensu stricto* no DF, chegaram a valores de $4,93 \text{ t ha}^{-1}$. Scolforo et al. (2008) e Morais et al. (2013) chegaram valores de 20 a $31,78 \text{ t ha}^{-1}$ de carbono para a árvore toda (parte aérea e raiz) e de 16 a $26,75 \text{ t ha}^{-1} \text{ C}$ para a parte aérea. Segundo Brown & Lugo (1982), o estoque de carbono contido nas florestas localizadas nos trópicos variam de 20 a 269 t.ha^{-1} .

A diferença entre os valores nos estoques em volume, biomassa e carbono registrados em distintas comunidades florestais pode ser atribuída à inclusão ou não de alguns componentes do ecossistema florestal, como serapilheira, raízes e indivíduos de menor porte (sub-bosque), além de cipós, palmeiras, etc.

De acordo com Sanquetta et al. (2002) e Houghton (1994), diferentes tipos de florestas em diferentes lugares, ou mesmo locais diferentes dentro do mesmo tipo de floresta, estocam quantidades diferentes de carbono em sua biomassa.

2.4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados desta pesquisa é possível concluir que, no cerradão estudado:

- As equações advindas dos modelos de Takata e Schumacher & Hall apresentaram comportamentos semelhantes, para estimar os estoques de volume e biomassa (total, fuste e por diferença copa), com uma ligeira superioridade do modelo de Schumacher e Hall, o que o credencia como o mais apropriado;
- Embora mais de 50% das árvores apresentem diâmetros variando de 5 a 10 cm, essas árvores conseguem estocar um percentual menor que 12% do volume e da biomassa seca de toda a comunidade.
- Os maiores estoques em volume e biomassa estão representados pelas árvores com DAP variando de 15 a 25 cm;
- A população de árvores, com DAP ≥ 5 cm, pertencentes as espécies de maior IVI, estocam mais de 65% do total de volume e biomassa;
- As árvores mortas em pé contribuem com aproximadamente 7% do volume, da biomassa seca e do estoque de carbono;
- Do volume total estocado, aproximadamente 60% encontram-se no fuste e 40% na copa;
- Cerca de 48% dos estoques totais de biomassa seca e carbono estão concentrados no fuste e 52% na copa;
- As folhas contribuem com aproximadamente 7,3% da biomassa total;
- As cascas contribuem com aproximadamente 11,5% do volume total e 21 % da biomassa e do carbono total;
- A porcentagem de biomassa de casca é maior na copa (24%) do que no fuste (17%);
- O estoque em volume, biomassa e carbono, quando comparado a outros cerradões e distintos tipos de vegetação savânica, encontra-se superior, podendo estar correlacionado com a proximidade que a área tem com o Bioma Amazônico; e
- As espécies que dominam a flora arbórea do cerradão são largamente utilizadas nas construções civis (Urbana e Rural), bem como fonte de energia (Lenha e Carvão), o potencializando como uma fitofisionomia do Bioma Cerrado passiva de ser manejada para fins de produção;

2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, a falta de equações alométricas específicas por local e por região, faz com que muitos estudos utilizem equações geradas em outras condições para estimar atributos como o volume, biomassa, carbono dentre outros, sem, contudo, avaliar a viabilidade de uso. Isto pode levar a erros bastante significativos das estimativas, podendo haver superestimação ou subestimação dos resultados.

Justificando o exposto, o volume total com casca de todas as árvores cubadas no presente trabalho foi igual a 22,3234 m³. Contudo, ao se estimar os volumes das mesmas árvores utilizando equações desenvolvidas para cerradões, mas geradas em outras regiões do Brasil, como, por exemplo, CETEC (1995) e Scolforo et al. (2008), ambos trabalhos desenvolvidos na região de Minas Gerais, e Colpini et al. (2009), para região noroeste de Mato Grosso, verifica-se estimativas bastante discrepantes, 28,9549 m³, 19,0578 m³ e 19,0110 m³, causando erros respectivamente na ordem de + 30%; -14,62% e -14,83%.

Semelhante ao acontecido para a variável volume, a soma da biomassa seca total das árvores cubadas resultaram em 9850,85 Kg, todavia quando utilizado o modelo de biomassa desenvolvido por Scolforo et al. 2008, o valor estimado foi de 8289,36 kg, valor este subestimado em 15,85%, e o modelo desenvolvido por Brown et al. (1989), aceito pelo IPCC (2003) e pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2008) para estimativa de biomassa em florestas de regiões tropicais úmida, estimaram valores de 8152,52 Kg, subestimando em 17,24 %.

A ausência de estudos desta magnitude, na fitofisionomia estudada dificulta a comparação com outros resultados e ao mesmo tempo, ratifica a importância do presente trabalho e o despertar para novas pesquisas abordando a temática aqui apresentada.

2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. A. 2007. Degradabilidade ruminal *in situ* de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em diferentes tamanhos de partículas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1045-1051.

BARBOSA, R.I.; FERREIRA, C.A.C. 2004. Biomassa acima do solo de um ecossistema de “campina” em Roraima, norte da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, v.34, n.4, p.577-586.

BOHM, W. **Methods of studying roots systems**. 1979. New York: Springer Verlag, 188 p

BOINA, A. **Quantificação de estoques de biomassa e de carbono em Floresta Estacional Semidecidual, Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2008. 89 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

BRANDÃO, M. 1991. Plantas medicamentosas do cerrado mineiro. **Informe Agropecuário** 15(168): 15-20.

BROWN, S. 1997. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer**. Rome: FAO, 55 p.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v.35, p.881-902.

BROWN, S. and A. E. Lugo. 1984. Biomass of tropical forests: A new estimate based on forest volumes. **Science** 223:1290-1293.

BROWN, S. & LUGO, A. E. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forest and their role in global carbon cycle. **Biotropica**, v.14, n.3. p.161–187.

CALDEIRA, M. V. W.; SOARES, R. V & WATZLAWICK, L.F. 2004. Estimativa de biomassa em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Montana – General Carneiro-PR. **Biomassa & Energia**, Viçosa. v. 1, n. 3, p. 291-310.

CAMPOS-FILHO, E.M. (Org.) 2009. **Coleção plante as árvores do Xingu e Araguaia**: volume I, manual o plantador, e volume II, guia de identificação. Instituto Socioambiental, São Paulo, 72p.

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. 2009. **Mensuração florestal**: Perguntas e respostas. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 548 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. 2008.**Manual de capacitação sobre mudança do clima e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)** - Brasília, DF:276p.

CETEC. **Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas do estado de Minas Gerais e outras regiões do país.** 1995. Belo Horizonte-MG: Fapemig/Cetec, 295 p. (Relatório Final).

COLPINI, C.; TRAVAGIN D. P.; SOARES, T. S.; SILVA V. S. M. 2009. Determinação do volume, do fator de forma e da porcentagem de casca de árvores individuais em uma Floresta Ombrófila Aberta na região noroeste de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 1, p. 97-104.

DRAPER, N.R.; SMITH, H. 1981. **Applied regression analysis.** New York: J. Wiley. 709 p.

DINIZ-FILHO, J.A.F.; CARVALHO, A.R.; PINTO, M.P.; ANACLETO, T.C. 2007. Métodos para a seleção de reservas e estabelecimento de áreas prioritárias para conservação no cerrado. In: Pereira, A.M.S. (org) **Recursos genéticos e conservação de plantas medicinais do Cerrado.** Editora Legis Summa, Ribeirão Preto, p.75-107.

FERREIRA, O. F. 2003. **Madeira: Uso sustentável da construção civil.** Instituto de pesquisa tecnológica- IPT. São Paulo. 57p.

FIGUEIREDO, D.J.; FIGUEIREDO FILHO, A.; FREITAS, J.V.; BEVILACQUA JÚNIOR, V.G. 1994. A medição da espessura de casca e sua influência na determinação do volume em árvores de *Pinus taeda*. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, n. 22 (1/2), p.55-62

FINGER, C.A.G. 1992. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: CEPEF/FATEC, 269 p.

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. 1971. Método para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, n. 2/3, p.65-74.

GUARINO, E. S. G. & MEDEIROS, M. B. 2005. Levantamento da fitomassa dos estratos arbóreo e herbáceo-arbustivo da área de influência direta do aproveitamento hidrelétrico Corumbá IV (GO). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 20 p.

HOUGHTON, P. M. 1994. As florestas e o ciclo do carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. Rio de Janeiro-RJ **Anais...** Rio de Janeiro-RJ: Companhia Vale do Rio Doce, p. 39-76.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, v.28, n.2, p.153-165.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. 1994. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Seminário Emissão X Sequestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce. p. 125-145.

HUSCH, B., MILLER, I. C., BEERS, T. W. 1982. **Forest Mensuration**. New York: J. Wiley, 402 p.

IPCC. **Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)**. 2005. Suíça: OMM. 628 p.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2003. **Good practice guidance for land use, land-use change and forestry**. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES)

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2001. **Climate change 2001 – Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of working group II to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change. MCCARTHY, J. J. et al. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.

IPCC. Land Use Change and Forestry. 1996. In: **Revised 1996 guidelines for national greenhouse gas inventories: The reference manual**. V. 3, p.74

LIMA, R. M. B. 2004. **Crescimento do *Sclerolobium paniculatum* vogel na Amazônia, em função de fatores de clima e solo**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). UFPR. Curitiba-PR. 212p.

LINDNER, M.; KARJALAINEN, T. 2007. Carbon inventory methods and carbon mitigation potentials of forests in Europe: a short review of recent progress. **Europe Journal Forest Research**. 126: 149-156.

LORENZI, H. 2009. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.3. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 384 p.

MATOS, E.; QUEIROZ, L.P. 2009. **Árvores para cidades**. Ministério Público do Estado – Editora Solisluna. Salvador. 340p.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. 2006. **Dendrometria**. 2.ed. Guarapuava: UNICENTRO. 316 p.

MARTINS, P. J. 2011. **Biomassa vegetal, estoque de carbono e dinâmica em um fragmento de floresta ombrófila mista montana**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UNICENTRO. Irati-PR. 86 p.

MORAIS, V. A.; SCOLFORO, J. R. S.; SILVA, C. A.; MELLO, J. M.; GOMIDE, L. R.; OLIVEIRA, A. D. 2013. Carbon and biomass stocks in a fragment of cerrado in Minas Gerais state, Brazil. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 2, p. 237-245.

NASCIMENTO, S. M.; COSTA, J. C. A.; BARRETO, L. P.; BEZERRANETO, E.; PASSOA, M. A. A.; RIBEIRO, J. S. 2007. Composição mineral em diferentes órgãos da cupiúva (*Tapirira guianensis* Aubl.) em parte da Floresta Atlântica em Goiana, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 2, p.128-134.

PAULA, J. E.; IMAÑA-ENCINAS, J.; SUGIMOTO, N. 1998. Levantamento quantitativo em três hectares de vegetação do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 613-620.

PAULA, J. E.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PEREIRA, B. A. S. 1993. Inventário de um hectare de mata ripária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 143-152.

ODUM, E.P. 1986. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 434 p.

PARRON, L.M.; COSER, T.R.; AQUINO, F.G. 2008. **Restauração ecológica da vegetação no Bioma Cerrado**. In: PARRON, L.M.; AGUIAR, L.M.S.; DUBOC, E.; OLIVEIRA-FILHO, E.C.; CAMARGO, A.J.A.; AQUINO, F.G. (Eds.) Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Embrapa Cerrados, Planaltina, p.345-378.

PÉLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. 1997. **Inventário Florestal**. Curitiba. 316 p.

REZENDE, A.V.; VALE, A.T.; SANQUETTA, C.R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; FELFILI, J. M. 2006. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília, DF. **Scientia Forestalis**, n. 71, p. 65-76.

ROCHA, C.C.C. 2011. **Estimativa de volume, biomassa e carbono da vegetação lenhosa de floresta estacional no estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, DF. 80 p.

RUFINI, A. L.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. & MELLO, J. M. 2010. Equações volumétricas para o cerrado *sensu stricto*, em Minas Gerais. **Cerne**, v.16, n.1, p.1-11.

RUFINI, A.L. 2008. **Volumetria, peso de matéria seca, teor de tanino e cortiça para o cerrado sensu stricto em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 293 p.

SALOMÃO, A.N. 2003. **Germinação de sementes e produção de mudas do Cerrado**. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília. 96p.

SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R. 2004. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R et al. (eds.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: p.77-92.

SANQUETTA, C.R. 2002 Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. et al. (eds.). **As florestas e o carbono**, p.119-140.

SCOLFORO, J.R.S.; CARVALHO, L.M.T.; OLIVEIRA, A.D. 2008. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Monitoramento dos Reflorestamentos e Tendências da Produção em Volume, Peso de Matéria seca e Carbono, 2005-2007**. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2008. v. 1. 150p.