

UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E

FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

Caracterização Florística e Estimativa dos Estoques de Biomassa seca e

Carbono em duas Fitofisionomias Savânicas do bioma Cerrado sobre a

Formação Urucuia, no oeste da Bahia

Camila Paula de Oliveira

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA E ESTIMATIVA DOS ESTOQUES
DE BIOMASSA SECA E CARBONO EM DUAS FITOFISIONOMIAS
SAVÂNICAS DE CERRADO SOBRE A FORMAÇÃO URUCUIA, NO
OESTE DA BAHIA**

CAMILA PAULA DE OLIVEIRA

Sob a Orientação do Professor
Márcio Rocha Francelino

Dissertação submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de **Mestre
em Ciências**, no Curso de Pós-graduação
em Ciências Ambientais e Florestais.

Seropédica, RJ
Abril de 2014

634.92

048c

T

Oliveira, Camila Paula de, 1989-

Caracterização florística e estimativa dos estoques de biomassa seca e carbono em duas fitofisionomias savânicas de cerrado sobre a formação urucuia, no oeste da Bahia / Camila Paula de Oliveira - 2014.

116 f.: il.

Orientador: Márcio Rocha Francelino.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

Bibliografia: f. 93-101.

1. Florestas - Teses. 2. Cerrados - Teses. 3. Comunidades vegetais - Teses. 4. Biomassa florestal - Teses. 5. Carbono - Teses. I. Francelino, Márcio Rocha, 1966-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

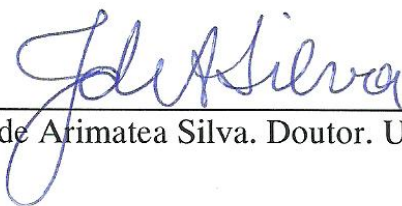
CAMILA PAULA DE OLIVEIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 24/04/2014



Márcio Rocha Francelino. Doutor. UFRRJ
(Orientador)



José de Arimatea Silva. Doutor. UFRRJ



José Roberto Rodrigues Pinto. Doutor. UNB

Dedicatória

Aos que vivem, amam e cuidam do Cerrado.

Agradecimentos

À Natureza, fonte de inspiração material e espiritual. À Cristo, por sua história que me guia e fortalece.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade em me graduar e especializar na profissão escolhida.

Ao querido orientador Márcio Rocha Francelino, pela oportunidade e confiança na responsabilidade de realização deste trabalho.

Ao complexo de Fazendas Trijunção, na pessoa da Engenheira Florestal Renata Botelho Machado da Silva, por disponibilizar as áreas estudadas e pelo suporte logístico para realização desta pesquisa.

Ao professor e amigo, Hugo Barbosa Amorim, por despertar-me o interesse pela mensuração florestal, pela ajuda e considerações indispensáveis à realização deste trabalho.

Ao professor Emanuel de Araújo, pelas indispensáveis contribuições no planejamento desta pesquisa, orientações no tratamento dos dados e revisão do conteúdo.

Ao LAPER, na pessoa do Professor Paulo Sérgio dos Santos Leles, pela disponibilização do espaço e estufas para secagem dos materiais.

Agradeço especialmente aos graduandos Fernando Canto, Micael Booth, Júlia Nunes, Kaunna Cabral e Leonardo Sanches, e aos funcionários Sr. Jéerson, Marquinhos e Santinho, pela ajuda nos trabalhos em campo. Por tornarem possível este trabalho e transformarem muitas vezes momentos árduos de trabalho, em prazerosos e memoráveis. Muito obrigada!

Aos amigos Vinícius Cysneiros, Ana Helena Dias e Carol Nunes, pelo comprometimento ao me ajudar com assuntos pertinentes à dissertação.

Aos meus pais, Pedro e Vera, pela educação libertadora. Por toda confiança e amor.

Aos meus irmãos, André e Rute, pela amizade e exemplo de comprometimento profissional.

Às queridas amigas da “casinha”, Carol, Fernanda, Illa e Lu, pela ótima convivência.

À Nanna por “La complicitad”.

Aos amigos da Turma 2012 do PPGCAF, pela amizade construída, pela força que me deram e pelos conhecimentos e momentos compartilhados.

A todos os profissionais da educação que por minha vida passaram e principalmente aos professores do Instituto de Florestas desta universidade, por transmitirem seus conhecimentos e me tornarem profissional.

A todos, citados ou não, que estiveram presentes na construção deste momento, deixo aqui um pensamento que expressa minha gratidão.

“Assim como quem esteve no sol não precisa dizê-lo, não quero expressar meus agradecimentos com palavras, na verdade, espero tê-los demonstrado na convivência que tive com todos.”

Obrigada!

RESUMO GERAL

OLIVEIRA, Camila Paula. **Caracterização florística e estimativa dos estoques de biomassa seca e carbono em duas fitofisionomias savânicas de Cerrado sobre a Formação Urucuia, no oeste da Bahia**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar o componente arbóreo e estimar os estoques aéreos totais de biomassa seca e carbono presentes em duas fitofisionomias savânicas do bioma Cerrado, sendo elas o Cerrado Típico e o Cerrado Ralo. As áreas de estudo estão localizadas no município de Jaborandi, oeste baiano, na ecorregião do Médio São Francisco, onde se desenvolvem sobre a Formação Urucuia. Para caracterização das fitofisionomias foram amostrados todos os indivíduos lenhosos com diâmetro à 30 cm da altura da base ($D_{30cm} \geq 5$ cm) presentes em dois hectares de área amostral, composta por 20 parcelas de 1000 m^2 (20 m x 50 m), dispostas aleatoriamente em cada uma das áreas estudadas. Amostras destrutivas foram tomadas em campo para a quantificação da biomassa armazenada nos compartimentos arbóreo, herbáceo-arbustivo e serrapilheira dos dois cerrados estudados. A amostragem dos compartimentos herbáceo-arbustivo e serrapilheira foi realizada por 20 parcelas respectivamente de 4 m^2 (2 x 2 m) e 1 m^2 (1 x 1 m), dispostas arbitrariamente nas áreas estudadas. Para amostragem do compartimento arbóreo foram cortadas e pesadas 90 árvores no Cerrado Típico e 60 árvores no Cerrado Ralo, possibilitando o ajuste de modelos matemáticos para estimativa dos estoques de biomassa seca e carbono do compartimento arbóreo dessas fitofisionomias. No Cerrado Típico foram encontrados 1903 indivíduos lenhosos (952 ind.ha^{-1}), com área basal total de $7,85\text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, distribuídos em 57 espécies pertencentes a 41 gêneros e 23 famílias. No Cerrado Ralo foram encontrados 1111 indivíduos distribuídos em 34 espécies, 30 gêneros e 23 famílias. A densidade para esta fitofisionomia foi de 556 ind. ha^{-1} e a área basal de $3,45\text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$. A diversidade local, estimada pelo índice de Shannon foi de 2,90 no Cerrado Típico e de 1,97 no Cerrado Ralo. Com base nas medidas de precisão e distribuição residual, as equações provenientes dos modelos de *Schumacher e Hall* (logaritimizada) ($R^2 = 93,53\%$ $S_{xy} = 44,92\%$) e *Schumacher e Hall* ($R^2 = 94,55\%$ $S_{xy} = 30,50\%$) foram respectivamente escolhidas para estimar os estoques de biomassa seca e carbono no compartimento arbóreo do Cerrado Típico e Cerrado Ralo. A biomassa aérea total no Cerrado Típico foi de $19,30\text{ t.ha}^{-1}$, correspondendo ao estoque total de $9,65\text{ t.ha}^{-1}$ de carbono, onde o compartimento arbóreo foi responsável pela maior parte (56%), seguido da serrapilheira (25%) e herbáceo-arbustivo (19%). No Cerrado Ralo, os estoques aéreos totais de biomassa e carbono foram respectivamente de $12,99\text{ t.ha}^{-1}$ e $6,50\text{ t.ha}^{-1}$. Nesta fitofisionomia observou-se que a maior parte dos estoques está concentrada no compartimento herbáceo-arbustivo (42%), o qual é composto predominantemente por gramíneas, onde o compartimento arbóreo respondeu pela menor parte dos estoques (27%), precedido da serrapilheira (29%).

Palavras-chave: Cerrado *sensu stricto*, Fitossociologia, Modelos de biomassa, Estoque de carbono.

GENERAL ABSTRACT

OLIVEIRA, Paula Camila. **Floristic characterization and Estimate of the stocks of dry biomass and carbon in two savannic physiognomies of Cerrado on Urucua's geological formation.** 2014. Dissertation (Masters in Environmental Science and Forestry). Forestry Institute, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

This study aimed to characterize the woody component and estimate the total aboveground stocks of dry biomass and carbon presents in two savannic physiognomies of the Cerrado biome, they being the cerrado *sensu stricto* típico and cerrado *sensu stricto* ralo. The study areas are located in the municipality of Jaborandi, west of Bahia, in the middle São Franciscoecoregion, where they develop on Urucua's geological formation. To characterize the vegetation types were sampled all woody plants with diameter at base height ($Db_{30cm} \geq 5cm$) presents in a sample area of two hectares composed of 20 plots of 1000 m² (20m x 50m) arranged randomly in each of the studied areas. Destructive samples were taken in the field to quantify the biomass stored in woody, herbaceous-shrubby and leaf litter compartments of the two cerrado studied. The sampling of herbaceous-shrubby and leaf litter compartments was performed by 20 plots respectively of 4m² (2 x 2m) and 1m² (1 x 1m) arranged arbitrarily in the studied areas. For sampling of the woody compartment were cut and weighted 90 trees in the cerrado típico and 60 trees in the cerrado ralo allowing the adjustment of mathematical models to estimate the stocks of dry biomass and carbon in the woody compartment of these vegetation types. At the cerrado típico, 1903 woody individuals (952 ind. ha⁻¹) with 7,85m² ha⁻¹ of basal area were sampled and distributed in 57 species that belong to 41 genera and 23 families. In the cerrado ralo, 1111 individuals were sampled and distributed in 34 species, 30 genera and 23 families. The density for this type of vegetation was 556 ind.ha⁻¹ and the basal area was 3,45 m².ha⁻¹. Local diversity estimated by Shannon-Wiener index was 2.90 in the cerrado típico and 1.97 in the cerrado ralo. Based on accuracy measurements and residual distribution, the equations from *Schumacher and Hall* models (logarithm) ($R^2 = 93.53\%$ $S_{xy} = 44.92\%$) and *Schumacher and Hall* ($R^2 = 94.55\%$ $S_{xy} = 30.50\%$) were respectively chosen to estimate the stocks of dry biomass and carbon in the woody compartment of the cerrado típico and cerrado ralo. The total aboveground biomass in cerrado típico was 19.30 t.ha⁻¹, corresponding to a total stock of 9.65 t.ha⁻¹ of carbon, where the woody compartment was responsible for most part of the stocks (56%), followed by leaf litter (25%) and herbaceous-shrubby (19%). In the cerrado ralo, the total aboveground biomass and carbon were respectively 12.99 t.ha⁻¹ and 6.50 t.ha⁻¹. In these cerrado it was observed that most part of the stocks is concentrated in the herbaceous-shrubby compartment (42%), which is composed predominantly of grasses, where the woody compartment accounted for the lowest share of the stocks (27%), followed by the leaf litter (29%).

Keywords: Cerrado *sensu stricto*, Phytosociology, Biomass models, Carbon stock.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fitofisionomias do bioma Cerrado com base na classificação de Ribeiro & Walter (2008).....	4
Figura 2: Representação esquemática dos principais estoques e fluxos do ciclo do carbono no Cerrado. Fonte: Aduan et al. (2003).	6
Figura 3: Localização da Fazenda Guará, no município de Jaborandi, oeste da Bahia.	10
Figura 4: Mapa das fitofisionomias de Cerrado presentes na Fazenda Guará, Jaborandi, BA, com a localização dos universos amostrais utilizados no presente estudo (Fonte: Silva, 2011). Na esquerda, imagens de campo representativas do Cerrado Ralo e Cerrado Típico, com os respectivos diagramas de perfil da vegetação. Fonte: Ribeiro & Walter (2008)	17
Figura 5: Alocação aleatória das unidades amostrais (20 x 50 m), nas duas fitofisionomias inventariadas na Fazenda Guará, Jaborandi, BA. A= Cerrado Típico; B= Cerrado Ralo.....	18
Figura 6: Curva de rarefação da amostragem de espécies encontradas em área de Cerrado Típico e Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	23
Figura 7: Diagrama de Veen representando o número de espécies lenhosas ($D_{30cm} \geq 5cm$) compartilhadas entre as áreas de Cerrado Típico e Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.....	26
Figura 8: Comparação da densidade de algumas espécies comuns ao Cerrado Ralo e ao Cerrado Típico, Jaborandi, BA.	32
Figura 9: Estrutura diamétrica ajustada ao modelo exponencial negativo de Meyer e quocientes “q” De Liocurt do Cerrado Típico, Jaborandi, BA.....	34
Figura 10: Estrutura diamétrica ajustada ao modelo exponencial negativo de Meyer e quocientes “q” De Liocurt do Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.....	34
Figura 11: Distribuição das alturas dos indivíduos lenhosos ($D_{30cm} \geq 5cm$) no Cerrado Típico e no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	36
Figura 12: Distribuição das alturas das espécies no Cerrado Típico e no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	36
Figura 13: Procedimentos realizados em campo para determinação da biomassa do compartimento arbóreo das fitofisionomias estudadas em Jaborandi, BA. A = Medição da altura total. B = Coleta e pesagem da massa de folhas. C = Coleta e pesagem da massa de galhos. D = Pesagem da massa do tronco. E = Pesagem da massa de frutos. F = Coleta dos disco do tronco. G = Discos dos tronco coletados em três posições. H = Componentes separados. I = Amostras ensacadas. (continua)	43
Figura 14: Procedimentos realizados em campo para determinação da biomassa do componente herbáceo-arbustivo das fitofisionomias estudadas em Jaborandi, BA.	46
Figura 15: Procedimentos utilizados em campo para determinação da biomassa de serrapilheira na fitofisionomias estudadas em Jaborandi, BA.....	47

Figura 16: Procedimentos realizados em laboratório para determinação do peso de matéria seca das amostras coletadas em campo.	48
Figura 17: Relação entre variável dependente (biomassa e/ou carbono) e independente ($D_{30\text{cm}}$, $DAP_{1,30\text{m}}$ e Ht), no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.	51
Figura 18: Distribuição dos resíduos para os modelos ajustados em função do $D_{30\text{cm}}$ (cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua)	56
Figura 19: Distribuição dos resíduos para os modelos ajustados em função do $DAP_{1,30\text{m}}$ e Ht (m) no Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua)	63
Figura 20: Ilustração da relação entre variável dependente (biomassa e/ou carbono) e independente ($D_{30\text{cm}}$ e $DAP_{1,30\text{m}}$ e Ht) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	67
Figura 21: Gráficos de distribuição dos resíduos para os modelos ajustados em função do $D_{30\text{cm}}$ (cm) e Ht(m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA. (continua).....	71
Figura 22: Distribuição dos resíduos para os modelos ajustados em função do $DAP_{1,30\text{m}}$ (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA. (continua)	77
Figura 23: Distribuição do estoque de biomassa aérea total nos compartimentos avaliados no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.....	89
Figura 24: Distribuição do estoque de biomassa aérea total por compartimento avaliado no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Categorias de uso do solo presentes na Fazenda Guará, Jaborandi, BA.	11
Tabela 2: Intervalo de confiança para as variáveis densidade e área basal dos indivíduos lenhosos ($D_{30cm} \geq 5cm$) no Cerrado Típico e no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	22
Tabela 3: Relação das famílias e espécies lenhosas ($D_{30cm} \geq 5 cm$) amostradas em 40 parcelas de $20 \times 50 m$, distribuídas em áreas de Cerrado Ralo e Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua).....	24
Tabela 4: Lista das espécies lenhosas ($D_{30cm} \geq 5cm$), com seus respectivos descritores fitossociológicos para o Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua)	27
Tabela 5: Lista das espécies lenhosas ($D_{30cm} \geq 5cm$), com seus respectivos descritores fitossociológicos para o Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.....	30
Tabela 6: Modelos estatísticos testados para estimar os estoques em biomassa seca e carbono das árvores individuais nas duas fitofisionomias estudadas em Jaborandi, BA.	49
Tabela 7: Frequência de indivíduos arbóreos amostrados por classe diamétrica para quantificação da biomassa por método direto no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.	51
Tabela 8: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque em biomassa seca (kg) em função do D_{30cm} (cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Fazenda Guará, Jaborandi, BA.....	52
Tabela 9: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de carbono (kg) em função do D_{30cm} (cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Fazenda Guará, Jaborandi, BA.....	53
Tabela 10: Valores mínimos e máximos, média e desvio padrão, relativos às características dendrométricas e diferentes estoques por compartimento das árvores amostradas para o ajuste dos modelos no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.	54
Tabela 11: Frequência de indivíduos amostrados em função do $DAP_{1,30m}$ (cm) para ajuste dos modelos matemáticos, no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.	60
Tabela 12: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de biomassa (kg) em função do $DAP_{1,30cm}$ (cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.....	61
Tabela 13: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de carbono (kg) em função do $DAP_{1,30cm}$ (cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.....	62
Tabela 14: Frequência de indivíduos arbóreos amostrados por classe diamétrica para quantificação da biomassa por método direto no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.....	67
Tabela 15: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de biomassa seca (kg) em função do D_{30cm} (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.....	68
Tabela 16: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de carbono (kg) em função do D_{30cm} (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Fazenda Guará, Jaborandi, BA.	69

Tabela 17: Valores mínimos e máximos, média e desvio padrão, relativos às características dendrométricas e diferentes estoques por compartimento das árvores amostradas para o ajuste dos modelos no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	70
Tabela 18: Frequência de indivíduos amostrados por classe de DAP _{1,30m} (cm) para ajuste dos modelos matemáticos no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	74
Tabela 19: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de biomassa (kg) em função do DAP _{1,30m} (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	75
Tabela 20: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de carbono (kg) em função do DAP _{1,30m} (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	76
Tabela 21: Estoque de biomassa seca e carbono, densidade e dominância de indivíduos no compartimento arbóreo do Cerrado Típico, Jaborandi, BA.	81
Tabela 22: Estoque de biomassa seca e carbono, densidade e dominância de indivíduos no compartimento arbóreo do Cerrado Ralo, Fazenda Guará, Jaborandi, BA.	81
Tabela 23: Distribuição da biomassa seca (t.ha ⁻¹) por espécies e classes diamétricas no Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua)	82
Tabela 24: Distribuição da biomassa seca (t.ha ⁻¹) por espécies e classes diamétricas no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	84
Tabela 25: Estoques de biomassa seca e carbono nos diferentes componentes do compartimento herbáceo-arbustivo do Cerrado Típico, Jaborandi, BA.	86
Tabela 26: Estoques de biomassa seca e carbono nos diferentes componentes do compartimento herbáceo-arbustivo do Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	86
Tabela 27: Estoques de biomassa seca e carbono presentes na serrapilheira do Cerrado Típico, Jaborandi, BA.	87
Tabela 28: Estoques de biomassa seca e carbono presentes na serrapilheira do Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estoques de biomassa/carbono em diferentes localidades e fitofisionomias do Cerrado	8
--	---

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Bioma Cerrado.....	3
2.2 Fitofisionomias do bioma Cerrado	4
2.3 Ecossistemas florestais e a estocagem de carbono	5
2.4 Métodos de estimativa da biomassa vegetal e estoque de carbono	6
2.5 Estoques de biomassa e carbono em ambientes de Cerrado.....	7
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	10
CAPÍTULO I	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT	14
1 INTRODUÇÃO	15
2 MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 Seleção da área de estudo, metodologia de amostragem e procedimentos específicos para caracterização das fitofisionomias.....	16
2.2 Análise dos dados	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
3.1 Suficiência amostral	22
3.2 Composição florística	23
4 CONCLUSÕES.....	37
CAPÍTULO II	38
RESUMO.....	39
ABSTRACT	40
1 INTRODUÇÃO	41
2 MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1 Amostragem do compartimento arbóreo	42
2.2 Amostragem do compartimento herbáceo-arbustivo.....	45
2.3 Amostragem do compartimento serrapilheira	47
2.4 Preparo do material para análise em laboratório	47

2.5 Ajuste dos modelos matemáticos para estimativa da biomassa e carbono.....	49
2.6 Estimativa dos estoques de biomassa seca e carbono	50
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.1 Ajuste dos modelos para estimar os estoques em biomassa seca e carbono das árvores individuais no Cerrado Típico	51
3.2 Ajuste dos modelos para estimar os estoques em biomassa seca e carbono das árvores individuais no Cerrado Ralo	67
3.3 Estoques de biomassa e carbono no compartimento arbóreo do Cerrado Típico e Cerrado Ralo.....	80
3.4 Estoques de biomassa seca e carbono do componente herbáceo-arbustivo em Cerrado Típico e Cerrado Ralo.....	85
3.5 Estoques de biomassa seca e carbono da serrapilheira em Cerrado Típico e Cerrado Ralo	87
3.6 Estoques totais de biomassa e carbono em Cerrado Típico e Cerrado Ralo	88
4 CONCLUSÕES.....	91
5 CONCLUSÕES GERAIS	92
6 BIBLIOGRAFIA	93

1 INTRODUÇÃO GERAL

Temas que buscam compreender causas e efeitos das mudanças climáticas globais, bem como as tomadas de decisões necessárias à gestão adequada dos recursos naturais permeiam nas discussões científicas atuais. Sobretudo porque, o aumento das concentrações de gás carbônico atmosférico e seu efeito direto sobre as variações do clima levam a incertezas sobre a satisfatória qualidade de vida humana no planeta. O Brasil, país megadiverso, que inclui dentro de seu território o maior número de plantas vasculares do mundo (32.364) (Forzza, 2010), apresenta, por sua vez, papel fundamental para o entendimento do ciclo do carbono global. Notavelmente, o país apresenta atualmente transformação intensa da paisagem, onde as alterações antrópicas modificam a dinâmica dos ecossistemas naturais, bem como os serviços ambientais prestados por eles.

As causas e efeitos das mudanças climáticas estão intimamente relacionados ao equilíbrio dos ecossistemas florestais, sendo de extrema importância a conservação desses ambientes. Conforme Silveira (2008), a vegetação constitui-se, em muitos casos, como sumidouros de carbono, pois ao realizarem a fotossíntese, as plantas em crescimento absorvem o gás carbônico presente na atmosfera e armazenam carbono em sua biomassa. Por outro lado, as florestas e outras formas de vegetação natural que ora armazenam, podem também atuar como fontes potenciais de liberação deste elemento na atmosfera ao sofrerem distúrbios. Para Paiva et al. (2011), qualquer alteração nos ecossistemas tropicais, sendo ela natural ou antrópica, acarreta mudanças no fluxo de carbono para a atmosfera, em níveis que irão variar de acordo com a intensidade do distúrbio. No Brasil, a conversão de áreas naturalmente florestadas para demais formas de usos dos solos responde por cerca de 77% das emissões de gás carbônico na atmosfera (MCT, 2010). Esse dado demonstra a necessidade de se conhecer e conservar ecossistemas naturais remanescentes, que além de fornecerem este serviço ambiental, prestam outros tantos indispensáveis à perpetuação da boa qualidade de vida humana no planeta. Porém, ainda são poucos os trabalhos sobre estoque e dinâmica do carbono em ecossistemas naturais, sobretudo para as espécies florestais brasileiras, especialmente em áreas de Cerrado (Paiva et al., 2011; Paiva & Faria, 2007).

No caso do bioma Cerrado, a mudança no uso da terra se intensificou a partir da década de 70, em função da expansão da fronteira agrícola neste bioma, que ocorreu devido à presença de relevo e solos que favorecem os processos de mecanização da produção agrícola, além da facilidade de remoção da vegetação e preço baixo das terras. Associado a essa condição, ocorreu também a extração de madeira de modo insustentável para produção de carvão. Nesse contexto, nos últimos 40 anos, mais de 40% do Cerrado foi completamente desmatado e convertido para usos antrópicos intensos (Dias, 2008). Notadamente, a degradação desse bioma ocorreu mais intensamente na região do oeste baiano, especialmente na bacia do Rio São Francisco, sendo esta, a região que mais evolui no tocante à conversão de áreas naturalmente vegetadas no bioma (MMA, 2011).

O Cerrado compreende o segundo maior bioma brasileiro e a savana tropical mais biodiversa do mundo (Klink & Machado, 2005), atuando como grande assimilador e acumulador de carbono atmosférico, sendo que, a falta de estudos relacionados à quantificação da sua biomassa total compromete o entendimento da dinâmica do CO₂ nesse bioma (Paiva et al., 2011). Deste modo, é relevante o desenvolvimento de estudos visando a obtenção de estimativas precisas do estoque de carbono nas diferentes fitofisionomias que compõem o Cerrado, para a inclusão destas em modelos de manejo florestal apropriados para o bioma (Ribeiro et al., 2011; Rezende et al., 2006).

Neste sentido, baseado na hipótese de que a quantidade de carbono estocado é capaz de variar conforme a tipologia vegetal, este trabalho teve como objetivo geral, quantificar os estoques de biomassa seca e carbono acima do solo em duas fitofisionomias savânicas do bioma Cerrado, sendo elas o Cerrado Típico e o Cerrado Ralo, localizados na bacia do Rio São Francisco, oeste baiano, sobre a Formação Urucuia. Para tanto, o trabalho foi dividido em dois capítulos, sendo o primeiro referente à caracterização das fitofisionomias estudadas e o segundo à quantificação dos estoques de biomassa e carbono presentes nas mesmas.

Objetivos específicos

- Descrever a composição florística e caracterizar a estrutura do componente arbóreo do Cerrado Típico e do Cerrado Ralo;
- Quantificar a biomassa armazenada por compartimento vegetal nas áreas de Cerrado Típico e de Cerrado Ralo;
- Ajustar modelos matemáticos para obtenção de equações alométricas para estimativa de biomassa e de carbono do estrato arbóreo em Cerrado Típico e Cerrado Ralo;
- Estimar a biomassa e carbono total estocados nos compartimentos arbóreo, arbustivo e serrapilheira para as áreas de Cerrado Típico e Cerrado Ralo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bioma Cerrado

O Cerrado é a maior região de savana tropical da América do Sul, engloba grande parte do Brasil Central, parte do nordeste do Paraguai e leste da Bolívia. É também o segundo maior bioma brasileiro em extensão, ocupando 23,92% do território nacional (Ribeiro & Aquino, 2009). Sua área total, abrange o Distrito Federal e dez estados do país: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Maranhão, Bahia, Piauí, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, somando aproximadamente 1.500 municípios (SFB, 2012). De acordo com Martins & Reatto (2009), ocupa cerca de 206 milhões de hectares e é nuclear, fazendo limite com cinco biomas brasileiros: ao norte, encontra-se com a Amazônia; a nordeste, com a Caatinga; a sudeste, com a Mata Atlântica; a sudoeste, com o Pantanal e ao sul com os Campos. Abriga em seus limites três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul e oito das grandes bacias hidrográficas brasileiras, merecendo destaque a participação na geração de vazão para a bacia do rio São Francisco (Lima & Silva, 2008). Ainda, por estar presente nas áreas mais altas das bacias hidrográficas, o bioma Cerrado abriga diversas nascentes de rios, o que o coloca em posição relevante do ponto de vista da recarga hídrica (Lima & Silva, 2008).

De acordo com Silva et al. (2008), prevalece no bioma o clima Aw (tropical chuvoso), com invernos secos e verões chuvosos; a precipitação anual varia entre 750 e 2.000 mm, sendo que o período chuvoso se concentra entre os meses de outubro e março. A temperatura anual média é de 22 °C, nos meses frios chega aos 18 °C e nos meses quentes alcança até 28°C. Conforme Reatto et al. (2008), ao longo desse bioma, o relevo caracteriza-se por uma topografia plana e levemente ondulada conhecida regionalmente como chapadas. Predominam os Latossolos, mas um número significativo de outras classes de solos em associação com as condições do clima favorece o estabelecimento da grande diversidade de espécies vegetais, tanto no estrato graminoso como no arbustivo e arbóreo (Reatto et al., 2008). Cerca de 44% da flora é endêmica, sendo assim a savana tropical mais biodiversa do mundo (Klink & Machado, 2005).

Concomitante à elevada biodiversidade, o Cerrado é um dos biomas mais ameaçados do Brasil. Com aproximadamente 30% da diversidade biológica do país, é considerado um dos 34 *hotspots* e um dos biomas mais ameaçados do Planeta (Mittermeir et al., 2005; Myers et al., 2000). Dados confirmam que a gradativa conversão da vegetação nativa por atividades agropecuárias e o consumo de carvão vegetal, levaram até o ano de 2008, à perda de 47,84% da cobertura vegetal total no bioma (MMA, 2011). Neste sentido, o Cerrado compreende uma das regiões mais importantes do Brasil, tendo, entre outras, a característica de apresentar um mosaico de vegetação que vai desde plantas lenhosas (árvores e arbustos) até herbáceas (principalmente gramíneas), sendo assim, uma região muito peculiar e diversificada fisicamente (Ribeiro & Walter, 2008).

2.2 Fitofisionomias do bioma Cerrado

A vegetação do bioma Cerrado abriga diversos tipos de ecossistemas, que variam desde formações abertas, subdivididas entre formações campestres e savânicas, até fisionomias florestais (Ribeiro & Walter, 2008). Para Andrade et al. (2008), a riqueza e variedade dessa vegetação, resulta principalmente da heterogeneidade dos *habitats*, que está relacionada com as variações dos tipos de solos, do regime hídrico, do relevo, da altitude, da geologia e até mesmo as concentrações de metais pesados. Segundo Coutinho (1978), a irregularidade das manchas de solo, sobreposta principalmente pela irregularidade da ação do fogo de origem natural, seriam os principais aspectos responsáveis pela formação de um verdadeiro mosaico de formas ecotonais e extremas de vegetação de Cerrado. Conforme Sternberg (2001), embora a distribuição das fitofisionomias seja normalmente explicada em função das variações ambientais, principalmente características dos solos, a vegetação também pode afetar profundamente o ambiente ao seu redor, modificando diretamente o clima em escala local e regional.

Ribeiro & Walter (2008) descrevem três formações, divididas em onze tipos fisionômicos gerais, enquadrados em, formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão); savânicas (Cerrado *sensu stricto*, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) (Figura 1). Considerando também os subtipos, neste sistema são reconhecidas 25 fitofisionomias. Sendo que, cada feição fitofisionômica apresenta padrão distinto de cobertura e proteção do solo. A diversidade é alta em todas as fitofisionomias, com índices comparáveis àqueles verificados para a floresta Atlântica e Amazônica (Resende & Guimarães, 2007).

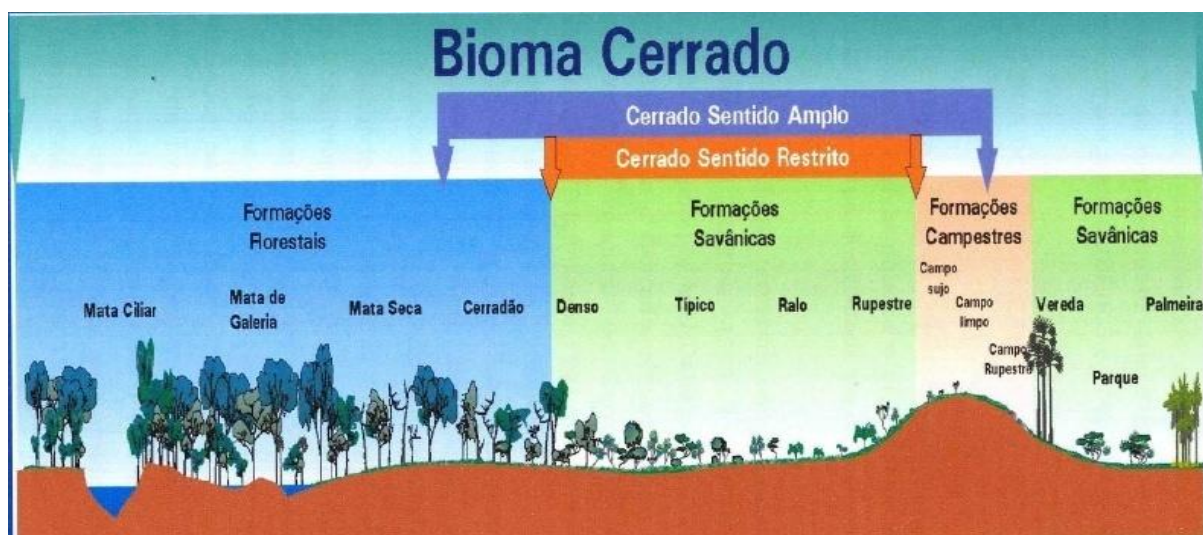


Figura 1: Fitofisionomias do bioma Cerrado com base na classificação de Ribeiro & Walter (2008).

Dentre as fitofisionomias presentes no Cerrado, o Cerrado *sensu stricto* é a que melhor caracteriza seu aspecto savânico, sendo subdividido em denso, típico, ralo e rupestre, face à complexidade de fatores condicionantes ao seu estabelecimento (Ribeiro & Walter, 2008; Felfili et al., 2004). De acordo com Sano et al. (2007), o Cerrado *sensu stricto* é predominante

no bioma, ocupando cerca de 61% da área total, enquanto as fitofisionomias florestais respondem por 32%, e as campestres por 7% do total.

Conforme Ribeiro & Walter (2008), de maneira geral, esta fitofisionomia se caracteriza pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, onde geralmente se observa evidências de queimadas. As espécies lenhosas apresentam em geral, cascas com cortiça grossa e folhas muitas vezes rígidas e coriáceas, conferindo aspectos xeromórficos. O estrato arbóreo cobre de 5% a 70% da área, dependendo do subtipo. Arbusto e subarbusto apresentam-se espalhados na paisagem. O subtipo Cerrado Típico caracteriza-se por ser arbóreo-arbustivo com cobertura arbórea variando de 20% a 50%. As árvores são baixas e retorcidas, variando de 3 a 6 m de altura. O solo é densamente coberto por gramíneas, arbustos e ervas. O subtipo Cerrado Ralo representa a forma mais baixa e menos densa do Cerrado *sensu stricto*, com cobertura arbórea entre 5% e 20% e altura de 2 a 3 metros. A camada de arbustos e ervas é a mais destacada quando comparada aos subtipos denso e típico, especialmente pela cobertura graminosa.

2.3 Ecossistemas florestais e a estocagem de carbono

A atmosfera compreende uma camada complexa formada por gases, dentre os quais destacam-se o nitrogênio (78,09 %), oxigênio (20,95%), argônio (0,93%) e dióxido de carbono (0,03%), além de traços de outros gases como hélio, metano, entre outros (DAED, 2011). O metano (CH_4), o dióxido de carbono (CO_2) e o óxido nitroso (N_2O) são alguns dos gases considerados Gases do Efeito Estufa (GEE), sendo destes, o CO_2 o que mais contribui para a intensificação deste efeito, pois é responsável por cerca de 55% do total de emissões dos GEE na atmosfera (IPCC, 2007). Diferente dos demais gases, eles possuem moléculas capazes de absorver os raios infravermelhos refletidos pela superfície terrestre e juntamente com o vapor d'água presente na atmosfera são responsáveis por manter a superfície terrestre aquecida. No entanto, este aquecimento tem se intensificado ao longo dos anos devido ao aumento das emissões destes gases, principalmente o CO_2 , oriundos principalmente de atividades antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis e a mudança de uso da terra (IPCC, 2007).

Todos os ecossistemas terrestres apresentam função comum de emitirem e sequestrarem carbono atmosférico (Aduan, 2003). Sendo assim, as florestas constituem-se em muitos casos como sumidouros de carbono, visto que ao realizarem a fotossíntese, as florestas em crescimento absorvem o CO_2 presente na atmosfera e armazenam carbono em sua biomassa, formando grandes reservatórios desse elemento (Silveira et al. 2008). De acordo com estes mesmos autores, a biomassa total das florestas encontra-se armazenada em diferentes compartimentos, compreendendo a biomassa viva acima do solo, com seus componentes, que abrange desde a base do tronco até a copa (folhas, galhos, casca, lenho); a biomassa subterrânea, que são as raízes vivas; a biomassa morta, a serrapilheira e a matéria orgânica do solo, que inclui as partes já decompostas (Figura 2). Assim, a biomassa total é dada pela soma de todos esses componentes. Conforme Silveira (2010), projetos florestais que visam comprovar captura de carbono, fundamentam-se na utilização de métodos diretos ou indiretos para quantificação da biomassa e, a partir dela, converter o resultado em carbono e com base nestes, calcular a quantidade de toneladas de gás carbônico equivalente.

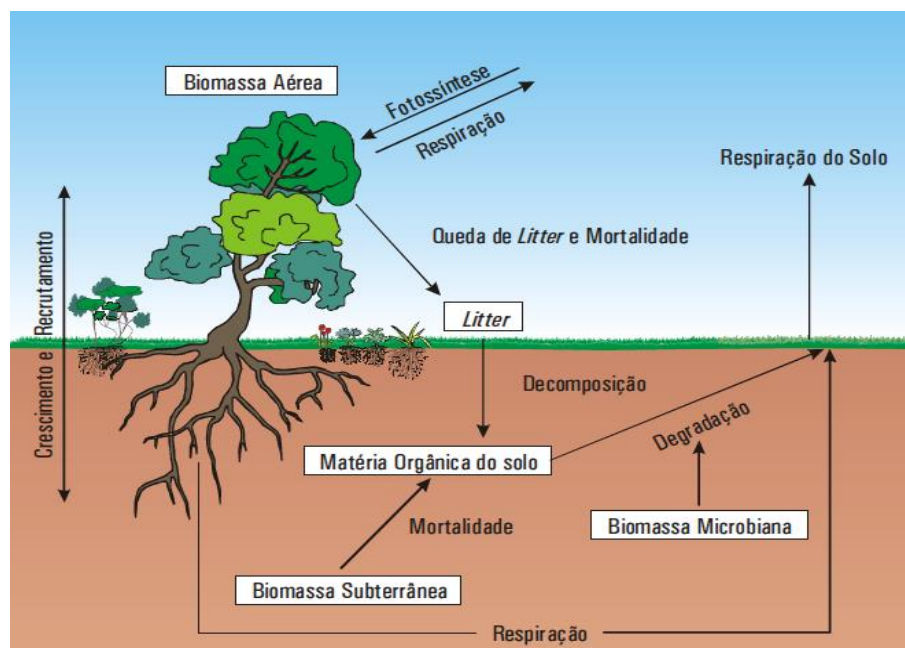


Figura 2: Representação esquemática dos principais estoques e fluxos do ciclo do carbono no Cerrado. Fonte: Aduan et al. (2003).

2.4 Métodos de estimativa da biomassa vegetal e estoque de carbono

Os estudos para quantificação de biomassa vegetal dividem-se em *métodos diretos* (ou determinação) e *métodos indiretos* (ou estimativas). De acordo com Higuchi & Carvalho Júnior (1994), o método direto compreende a medição real feita diretamente na biomassa, onde as árvores amostradas são cortadas e seus componentes separados e pesados, sendo feita em seguida a extrapolação da avaliação amostrada para a área total de interesse. A estimativa de biomassa pelo método indireto consiste em correlacioná-la com alguma variável de fácil obtenção e que não requeira a destruição do material vegetal.

Segundo Sanquetta (2002), os métodos diretos de amostragem da biomassa aérea podem ser divididos em método da árvore individual e método da parcela. O método da árvore individual é realizado a partir da seleção da árvore média, sendo, portanto, necessária a realização do inventário florestal piloto na área, a partir do qual se poderá encontrar o diâmetro e a área seccional desta árvore. Após a definição desta árvore procede-se a derrubada e a determinação da biomassa dos indivíduos que constituem a amostra. Em vegetação com estrutura mais complexa, normalmente utiliza-se os dados do inventário piloto para obter a distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados, tomando como base, determinado número de árvores para cada amplitude diamétrica, abrangendo assim todas as classes de diâmetro presentes na floresta. Ainda conforme o mesmo autor, o método da parcela pode ser feito cortando-se e pesando-se toda a biomassa contida em uma área pré-definida (corte total), que consiste em determinar toda biomassa da amostra pelo corte e pesagem de todas as frações (inclusive as raízes). Pode ser também realizado em múltiplos estágios, onde todos os indivíduos da parcela são cortados e seus caules pesados e para as demais porções são feitas determinações em apenas alguns indivíduos, estabelecendo-se a relação de quantidade entre os dois grupos.

No método indireto, procura-se estabelecer a relação entre dados dendrométricos facilmente coletados em campo com as árvores em pé, tais como o diâmetro e a altura do fuste, com as massas dos elementos componentes da árvore, como tronco, galhos, folhas e casca. De acordo com Higuchi & Carvalho Júnior (1994), as estimativas podem ser feitas por meio de relações quantitativas ou matemáticas, como razões ou regressões de dados provenientes de inventários florestais (diâmetro, altura e volume), por dados de sensoriamento remoto (imagens de satélite) e utilizando-se base de dados em sistema de informação geográfica (SIG). Entretanto, conforme Burge & Delitti (2008), para o desenvolvimento de equações alométricas, por vezes, são efetuadas supressão vegetal ou corte raso de exemplares, em amostras representativas da vegetação a ser estudada. Desta forma, a precisão das estimativas geradas pela aplicação de métodos indiretos dependerá, dentre outros fatores, da precisão do método direto utilizado para a determinação da biomassa. De acordo com Araújo et al. (2009) alguns cuidados, como a análise criteriosa das condições de campo (ex: observação da presença de árvores ocas) e a amostragem representativa da área, devem ser tomados na aplicação deste método, evitando-se assim erro significativo no cálculo da biomassa.

2.5 Estoques de biomassa e carbono em ambientes de Cerrado

Diferentes estudos indicaram haver diferenças nos estoques de biomassa e carbono em distintas fitofisionomias de Cerrado (Quadro 1). Castro & Kauffmam (1998) observaram que o estoque de biomassa total, incluindo árvores, arbustos, vegetação rasteira, serrapilheira e raízes, acompanha o gradiente vegetacional, com valores variando de 12,9 a 73,3 t.ha⁻¹ para o gradiente Campo Limpo ao Cerrado Denso. Estimativas geradas por Ottmar et al. (2001), utilizando séries de estéreo-fotografias, também mostraram diferenças existentes entre as quantidades de biomassa aérea armazenadas em diferentes fitofisionomias e entre locais em que estas ocorrem.

O compartimento arbóreo de Cerrado *sensu stricto*, apresenta estoques de biomassa que variam de 7,44 t. ha⁻¹ a 62,96 t. ha⁻¹ em diferentes localidades estudadas (Quadro 1). Para 25 localidades amostradas no âmbito do Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado, Resende & Felfili (2004) e Felfili (2008) verificaram intervalos de 7,44 a 26,54 t.ha⁻¹ e 3,71 a 13,27 t.ha⁻¹, respectivamente, para os estoques de biomassa e carbono no estrato arbóreo. Dados levantados no inventário florestal de Minas Gerais mostraram para o Cerrado *sensu stricto* do estado, estoque médio de biomassa seca de 30,20 t.ha⁻¹, correspondendo ao estoque médio de 14,21 t.ha⁻¹ de carbono (Scolforo et al. 2008b). Nos 57 fragmentos amostrados nesta fisionomia, os mesmos autores verificaram estoques de biomassa seca e carbono variando respectivamente de 9,9 t. ha⁻¹ a 64,1 t. ha⁻¹ e 4,5 t. ha⁻¹ a 32,6 t. ha⁻¹.

No Cerrado *sensu stricto*, o compartimento radicular parece estocar maiores quantidades de biomassa e carbono em relação ao compartimento aéreo (Paiva et al., 2011; Lilienfein et al., 2001; Abdala et al. 1998; Castro & Kauffmam 1998). No trabalho de Ribeiro et al. (2011), a biomassa aérea total foi de 73,95 t.ha⁻¹, enquanto que a biomassa de raízes foi de 37,50 t. ha⁻¹. Miranda (2012) encontrou valores de biomassa de raízes em Cerrado *sensu stricto* sob Neossolos Quartzarênicos no oeste da Bahia de 16,82 t.ha⁻¹ em Correntina 19,29 t. ha⁻¹ em São Desidério. A biomassa aérea da vegetação lenhosa foi de 13,59 t. ha⁻¹ em Correntina e 15,01 t. ha⁻¹ em São Desidério, sendo em ambos os casos inferiores ao estoque subterrâneo. Os valores de biomassa subterrânea observados em Neossolos Quartzarênicos foram estatisticamente inferiores aos verificados para cerrados sobre Latossolos. Conforme a autora, cerrados desenvolvidos sobre Latossolos apresentam maior investimento tanto em biomassa subterrânea, quanto aérea.

Quadro 1: Estoques de biomassa/carbono em diferentes localidades e fitofisionomias do Cerrado.

Fitofisionomias	Biomassa Total (t. ha ⁻¹)	Carbono Total (t. ha ⁻¹)	Estoques de biomassa/carbono nos compartimentos considerados (t.ha ⁻¹)						Nº de Localidades	Autores
			Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Serrapilheira	Raízes	Solo		
Campo Limpo	19,2	-	-----2,9-----				16,3	-	(1) DF	Castro & Kauffmam (1998)
	3,78 a 16,57	-	-	-	*	*	-	-	(3)DF e (4)GO	Ottmar et al. (2001)
Campo Sujo	34,1	-	-----3,9-----				30,1	-	(1) DF	Castro & Kauffmam (1998)
	6,68 a 15,77	-	-	*	*	*	-	-	(3)DF,(3)GO e (1)MG	Ottmar et al. (2001)
Cerrado aberto	64,2	-	-----17,4-----				46,6	-	(1) DF	Castro & Kauffmam (1998)
Cerrado Ralo	12,55 a 39,05	-	*	*	*	*	-	-	(2)DF,(2)GO e (5)MG	Ottmar et al. (2001)
Cerrado <i>sensu stricto</i>	720,18	-	22,89	3,12	5,58	5,19	41,1	642,3	(1) DF	Abdala et al. (1998)
	20,90 a 58,01	-	*	*	*	*	-	-	(3)DF, (1) MG e (1)MT	Ottmar et al. (2001)
	53,12	-	17,14	2,62	2,96	-	30,4	-	(1) MG	Lilienfein et al. (2001)
	12,4	6,2	12,4	-	-	-	-	-	(1) DF	Vale & Felfili (2005)
	9,85	4,93	9,85	-	-	-	-	-	(1) DF	Rezende et al. (2006)
	7,44 a 26,54	3,72 a 13,27	7,44 a 26,54	-	-	-	-	-	(3)DF, (10)GO, (3)MG,(6)MTe (3)BA	Rezende &Felfil (2004) e Felfili (2008)
	-	305,83	8,6	-	-	3,62	22,38	271,23	(1) DF	Paiva et al. (2011)
Cerrado Denso	111,45	-	62,96	4,68	-	6,31	37,5	-	(1) MG	Ribeiro et al. (2011)
	73,3	-	-----18,4-----				52,9	-	(1) DF	Castro & Kauffmam (1998)
	29,90 a 71,89	-	*	*	*	*	-	-	(3)DF	Ottmar et al. (2001)
Cerradão	-	139,69	36,78	-	-	5,23	7,3	90,26	(1) MG	Moraes et al. (2013)

* compartimentos considerados no trabalho de Ottmar et al. (2001) para as diferentes localidades estudadas pelos autores.

Maiores estoques ainda estão concentrados na matéria orgânica do solo (Abdala et al., 1998; Paiva et al., 2011; Moraes, 2012; Moraes et al., 2013). Em um Cerrado *sensu stricto* no DF, Paiva et al. (2011) observaram estoque de carbono no solo de 271,23 t. ha⁻¹ correspondendo a 88% do estoque total neste ambiente. Moraes (2012), estudando a distribuição dos estoques de carbono nas matrizes aérea, serrapilheira, raízes e solo em cinco fragmentos de Cerrado *sensu stricto* em MG, observaram estoques totais variando de 61,21 t.ha⁻¹ a 131,19 t.ha⁻¹. Em todos os fragmentos estudados, a matriz solo respondeu por mais de 60% do estoque total de carbono. Dois fragmentos apresentaram estoque subterrâneo (raízes) superior ao aéreo.

Os dados da literatura apresentados sustentam que o Cerrado compreende expressivo reservatório de carbono, e que as pesquisas no âmbito da quantificação para compreensão dos estoques nos seus diferentes compartimentos concentram-se no DF e em MG, sendo escassos trabalhos desta natureza na porção nordeste do bioma. As únicas estimativas observadas para cerrados da Bahia e sobre solos arenosos, referem-se àquelas reportadas para áreas amostradas nos municípios de Formosa do Rio Preto, Correntina e São Desidério, realizadas apenas para o compartimento aéreo (arbóreo) nos trabalhos de Rezende & Felfili (2004) e Felfili (2008) e para os compartimentos aéreo (arbóreo) e subterrâneo (raízes) no trabalho de Miranda (2012). Ressalta-se que estimativas para os componentes serrapilheira, vegetação arbustiva e rasteira são inexistentes para esta região. Face à particularidade estrutural dos cerrados sobre solos arenosos, Felfili (2008), aponta a necessidade de desenvolvimento de equações de volume e biomassa para estes ambientes. Deste modo, fica evidente as lacunas no conhecimento sobre os cerrados do oeste da Bahia, indicando a necessidade da realização de estudos nesses ambientes, que abrigam expressiva diversidade e se encontram sob intensa pressão de mudança no uso da terra.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localização, Clima, Relevo, Solos e Vegetação

A área de estudo pertence à Fazenda Guará, localizada no município de Jaborandi, Oeste baiano, nas coordenadas centrais de 14° 42' S e 45° 53' O (Figura 3). Pertence à sub-bacia do rio Formoso, afluente do rio Corrente, que deságua na margem esquerda do rio São Francisco e está totalmente inserida no bioma Cerrado, sendo quase inteiramente coberta por vegetação nativa, com grande diversidade de ambientes distribuídos em uma área total de aproximadamente 9.570 ha.

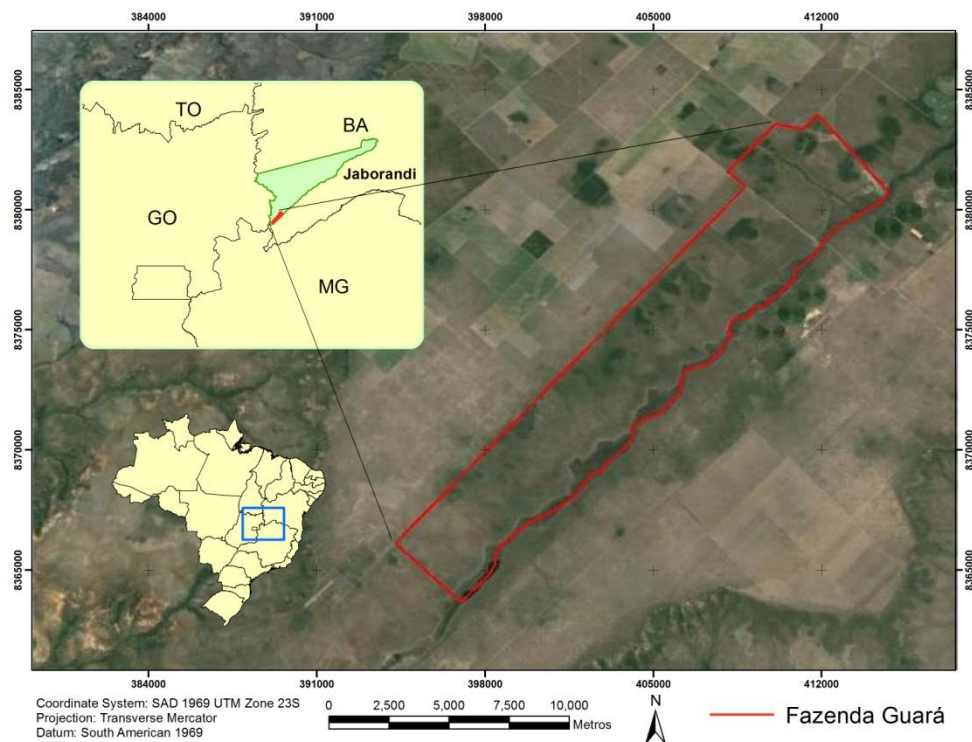


Figura 3: Localização da Fazenda Guará, no município de Jaborandi, oeste da Bahia.

Situada na região fisiográfica do Espigão Mestre do São Francisco (Resende & Guimarães, 2007), a área estudada insere-se na região de ocorrência do imenso chapadão que constitui a Formação Urucuia (Castro et al. 2010), localizado a oeste da média bacia do rio São Francisco. Neste substrato litológico, predominam arenitos quartzosos de cores variadas, cuja granulometria varia de fina a média e, em geral, são friáveis e limpos, mas muitas vezes contém argilas em suas matrizes e, localmente, aparecem cimentados com material silicoso carbonático (Amorim Jr & Lima, 2007).

O clima regional conforme a classificação de Köppen (1945) é Bsh, quente e seco com chuvas de inverno e temperatura média variando de 34°C a 18°C; a precipitação média anual varia de 700 mm a 1.400 mm (Castro et al., 2010). As chuvas ocorrem de outubro a abril, sendo os meses de novembro, dezembro, janeiro e março os de maior precipitação.

O relevo é predominantemente suave ondulado. A altitude varia de 740 m a 945 m. Conforme Silva (2011), os solos refletem as características do intemperismo do material de origem, no caso, o arenito da Formação Urucuia, sendo profundos, de textura média, sem impedimentos físicos e de baixa fertilidade natural. A ordem de solo mais comum é a do Latossolo, predominando solos de classe textural franco-arenosa, extremamente intemperizados, com baixo teor de argila, em torno de 20% e baixa fertilidade natural, além de serem fortemente drenados, com exceção dos localizados em áreas hidromórficas (Silva, 2011).

Os limites da propriedade estão totalmente inseridos na área efetiva do Sistema Aquífero Urucuia (CPRM, 2010). Além disso, a Fazenda Guará insere-se no Corredor Ecológico criado para manter a conectividade entre o Parque Nacional Grande Sertão Veredas e o Refúgio da Vida Silvestre do Oeste Baiano, por regionalmente se localizar em área prioritária para a criação de novas unidades de conservação, averbação de reserva legal e adoção de medidas de uso da terra ambientalmente adequadas (INEMA, 2014; Resende & Guimarães, 2007). Neste sentido, foram criadas dentro da fazenda algumas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), visando garantir a preservação de áreas de expressiva biodiversidade.

Em estudo realizado por Silva (2011), concluiu-se que a Fazenda Guará apresenta menos de 2% da sua área total com algum tipo de uso de caráter antrópico, sendo o restante ocupado por vegetação nativa. Dentre as formações, classificadas de acordo com Ribeiro & Walter (2008), o Cerrado *sensu stricto* é a fitofisionomia mais abundante, se estendendo por aproximadamente 7.570,07 ha (79,11 % do total da propriedade). Consideradas as subdivisões propostas pelos autores em Cerrado Denso, Típico e Ralo, a fitofisionomia mais abundante é o Cerrado Típico, seguido pelo Cerrado Ralo, e Cerrado Denso. Além disso, estão presentes os Campos Limpos e Campos Sujos, as Veredas, Matas de Galeria e o Cerradão distrófico (Tabela 1).

Tabela 1: Categorias de uso do solo presentes na Fazenda Guará, Jaborandi, BA.

Categoria de uso	Área (ha)	%
Cerrado Típico	6.156,3	64,30
Cerrado Ralo	1.022,0	10,60
Campo Limpo úmido	689,4	7,20
Campo Sujo seco	476,9	4,90
Cerradão distrófico	402,2	4,20
Cerrado Denso	391,6	4,00
Vereda	142,6	1,40
Silvicultura (eucalipto)	122,7	1,20
Mata de Galeria	117,3	1,20
Lago	17,4	0,18
Pastagem	13,6	0,14
Área construída	8,2	0,08
Pista de pouso	3,2	0,03
Campo Sujo úmido	2,6	0,02
Edificação	1,2	0,01
Horticultura	0,9	0,009
Lago pluvial	0,4	0,004
Total	9.569,5	100

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO LENHOSA EM CERRADO TÍPICO E CERRADO RALO DESENVOLVIDOS SOBRE A FORMAÇÃO URUCUIA, NO OESTE DA BAHIA

RESUMO

Neste capítulo foi caracterizada a composição florística e a estrutura da vegetação lenhosa em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Ralo localizadas no município de Jaborandi, oeste baiano, onde se desenvolvem associados à Formação Urucuia. Para tanto, em cada fitofisionomia foram amostrados todos os indivíduos lenhosos com diâmetro à altura do solo ($D_{30\text{cm}} \geq 5\text{cm}$), presentes em dois hectares de área amostral, composta por 20 parcelas de 1.000 m^2 ($20\text{ m} \times 50\text{ m}$), dispostas aleatoriamente nas áreas estudadas. No Cerrado Típico foram encontrados 1.903 indivíduos lenhosos (952 ind.ha^{-1}), com área basal de $7,85\text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, distribuídos em 57 espécies pertencentes a 41 gêneros e 23 famílias. No Cerrado Ralo foram encontrados 1.111 indivíduos distribuídos em 34 espécies, 30 gêneros e 23 famílias. A densidade para esta fitofisionomia foi de 556 ind. ha^{-1} e a área basal de $3,45\text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$. Nas duas fitofisionomias, a família Fabaceae foi a que apresentou o maior número de espécies, seguida de Myrtaceae e Vochysiaceae. Os descritores fitossociológicos avaliados revelaram comunidades caracterizadas pela presença de poucas espécies dominantes, onde a maioria das espécies pode ser considerada como pouco comuns e raras. As estruturas diamétrica e hipsométrica evidenciaram vegetações equilibradas em relação a estas variáveis e compostas predominantemente por indivíduos de pequeno porte, onde a riqueza é relevante, assim como a diversidade local, que foi estimada em 2,90 pelo índice de Shannon no Cerrado Típico e em 1,97 no Cerrado Ralo. Ao comparar as estruturas diamétricas pelo teste de Kolmogorovi-Sminorv ($p < 0,05$), verificou-se que as fitofisionomias estudadas não apresentam diferenças significativas quanto à estrutura diamétrica do estrato arbóreo. A similaridade entre as fitofisionomias foi elevada quando comparada pelo índice qualitativo de Sorensen (0,73), e pelo índice quantitativo de Morisita - Horn (0,75), indicando que elas são similares tanto na estrutura, quanto na composição florística, e que se distinguem mais pela composição de espécies do que pela estrutura populacional.

Palavras-chave: Fitossociologia, Savanas, Solos arenosos, Sistema Aquífero Urucuia.

ABSTRACT

In this chapter was characterized the floristics and the structure of the cerrado *sensu stricto* típico and cerrado *sensu stricto* ralo, located in the city of Jaborandi, western bahia, where it develop associated with Urucuia's geological formation. To this end, in each cerrado were sampled all woody individuals with diameter at the height of the base ($D_{30\text{cm}} \geq 5\text{cm}$) present in a sample area of two hectares consisting of 20 plots of 1,000 m² (20m x 50m) arranged randomly in the studied areas. At the cerrado *sensu stricto* típico, 1903 woody individuals (952 ind. ha⁻¹) with 7,85m² ha⁻¹ of basal area, were sampled and distributed in 57 species that belong to 41 genera and 23 families. In the cerrado *sensu stricto* ralo, 1111 individuals were sampled and distributed in 34 species, 30 genera and 23 families. The density for this type of vegetation was 556 ind. ha⁻¹ and the basal area was 3,45 m² ha⁻¹. In both studied cerrados, the fabaceae family presented a higher number of species, followed by Myrtaceae and Vochysiaceae. The evaluated phytosociological aspects revealed communities characterized by the presence of a few dominant species, where the majority of species can be considered unusual and rare. The structure of diameter and height demonstrated balanced vegetations and it is composed predominantly of small individuals, where richness is relevant, as well as local diversity, which was estimated in 2,90 nats. ind⁻¹ using Shannon-Wiener in the cerrado *sensu stricto* típico and in 1,97 nats. ind⁻¹ at the cerrado *sensu stricto* ralo. When comparing the diametric structures, by the Kolmogorovi-Sminorv ($p < 0,05$) test, it was verified that the studied vegetations types did not show significant differences in the diametric structure of the tree stratum. The similarity between types vegetation was elevated when compared by the Sorensen qualitative index (0,73), and the Morisita - Horn quantitative index (0,75), indicating that they are similar as for as structure and composition, and are distinguished more by species composition than the population structure

Keywords: Phytosociology, Savannas, Sandy soils, Urucuia Aquifer System.

1 INTRODUÇÃO

Considerada a savana tropical mais biodiversa do mundo (Klink & Machado, 2005), o Cerrado se destaca pela marcante heterogeneidade de habitats, que comportam elevado número de elementos endêmicos da fauna e principalmente da flora, colocando-o entre um dos *hotspots* mais ameaçados do planeta (Myers et al., 2000). Sua vegetação compreende verdadeiro mosaico de ambientes, onde estão presentes diversos tipos de ecossistemas, que variam desde formações abertas, subdivididas entre formações campestres e savânicas, até fisionomias florestais (Ribeiro & Walter, 2008). A forma mais extensa, o Cerrado *sensu stricto*, ocupa aproximadamente 65% da área geográfica original do bioma, onde no restante, diversos outros tipos fitofisionômicos dividem a paisagem (Marimom Junior & Haridasam, 2005).

Nesta fitofisionomia, a expressiva diversificação florística é proporcionada pela distribuição espacial das espécies em mosaicos, fazendo com que comunidades relativamente próximas apresentem características florísticas e estruturais distintas, o que lhe confere elevada diversidade beta (Felfili et al., 2004). Ocorrendo geralmente associado a solos profundos e relevo plano, o Cerrado *sensu stricto* se caracteriza pelo pequeno porte de seu estrato arbóreo tortuoso e pouco denso (Ribeiro & Walter, 2008). Isso torna sua supressão facilitada, que aliada ao desejo de expansão da agropecuária neste relevo favorável, coloca esta fitofisionomia, a mais representativa e extensa do bioma, sobre forte pressão antrópica. Conforme Sano et al. (2010), apenas 0,85% da área total do bioma esta protegida por unidades federais de conservação e em termos de agricultura, predominam na região do Cerrado, os extensos monocultivos de soja, milho, algodão, feijão, café e cana de açúcar.

No oeste da Bahia, o processo de implantação da agricultura moderna na região, certamente, constituiu-se em um importante avanço econômico para o estado. Por outro lado, contribuiu substancialmente para o processo acelerado de devastação do bioma Cerrado e depauperação dos recursos ambientais desta região, visto o modelo de ocupação destas áreas, muitas vezes realizado de maneira simplista, ignorando os princípios de sustentabilidade destes ambientes. Neste sentido, torna-se relevante estudar a estrutura e composição dos cerrados remanescentes desta região, como forma de contribuir cientificamente para o preenchimento das lacunas do conhecimento no que diz respeito aos cerrados do oeste da Bahia (Machado et al. 2008).

Estudos da vegetação nativa desta região, podem contribuir para o ordenamento de seus recursos, viabilizando a adoção de práticas ambientalmente adequadas, aliadas à conservação destes ambientes, bem como subsidiar medidas para recuperação das áreas já perturbadas e degradadas. Portanto, o objetivo deste capítulo foi descrever a composição florística e caracterizar a estrutura do componente arbóreo do Cerrado Típico e do Cerrado Ralo, localizados no município de Jaborandi, no oeste da Bahia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção da área de estudo, metodologia de amostragem e procedimentos específicos para caracterização das fitofisionomias

A escolha das áreas a serem estudadas baseou-se no mapeamento das diferentes fitofisionomias de Cerrado da Fazenda Guará, realizado por Silva (2011). Devido à maior representatividade das formações savânicas Cerrado Típico e Cerrado Ralo tanto na área da fazenda, como no bioma, optou-se por analisar e comparar os dados dessas duas fitofisionomias. Delimitou-se para cada uma delas, uma área de 30 hectares, que passou a ser o universo de pesquisa (Figura 4). As áreas distam aproximadamente 9,5 km e foram definidas considerando os aspectos logísticos e operacionais para a execução do trabalho, além da representatividade real da fitofisionomia e que não estivessem designadas legalmente como RPPNs, reserva legal ou área de preservação permanente de qualquer natureza.

Para cada área de 30 hectares foram alocadas, aleatoriamente, 20 unidades amostrais de 1.000 m² (20 x 50 m), conforme metodologia descrita em Felfili et al. (2005) e IBGE (2012), a fim de se realizar o levantamento florístico e a análise fitossociológica de cada fitofisionomia. A delimitação da área amostral nas duas fitofisionomias foi realizada utilizando ferramentas do programa Arcgis 10, mapa de vegetação de Silva (2011) e imagens orbitais FORMOSAT de 22/08/2010. Uma grade com o número máximo de unidades amostrais de 20 x 50 m cabíveis sobre a área total (30 ha) foi sobreposta à imagem. Posteriormente, estas unidades amostrais foram transformadas em pontos, visando facilitar a aleatorização e a localização das mesmas em campo. A partir do arquivo de pontos foi então realizado o sorteio das unidades amostrais (Figura 5). Uma vez obtidas as coordenadas geográficas destes pontos, procurou-se, com auxílio de GPS, chegar até eles.

Foram realizados dois inventários florestais independentes em cada fitofisionomia, o que totalizou a instalação de 40 unidades amostrais (20 x 50 m) em campo e quatro hectares de área amostral. Em cada fitofisionomia amostraram-se dois hectares.

As unidades amostrais foram alocadas com auxílio de cordas, trena e balizas. As extremidades foram marcadas com estacas e sacos plásticos coloridos para facilitar a visualização. Em cada uma delas foram listados e identificados ao nível de espécie ou gênero todos os indivíduos lenhosos com diâmetro à altura do solo (D_{30cm}) igual ou superior a 5 cm (Costa & Araújo 2001; Balduino et al. 2005; Felfili & Fagg 2007; IBGE 2012). De acordo com Felfili (2005), para o estudo de formações savânicas de Cerrado, deve-se utilizar o diâmetro medido a 30 cm do solo, devido ao pequeno porte da maioria dos indivíduos, além do fato de muitos troncos bifurcarem-se próximos ao solo, e evitar as expansões radiculares.

Em cada indivíduo dentro das unidades amostrais, foi mensurada a circunferência à altura da base (C_{30cm}), com fita métrica. Posteriormente, no processamento dos dados, as circunferências foram transformadas em diâmetro por meio da divisão do respectivo valor por “ π ”. Os indivíduos com bifurcações abaixo de 30 cm do solo tiveram todos os fustes que atendiam ao critério de inclusão mensurados. Nestes casos, o diâmetro do indivíduo foi calculado pela raiz quadrada do somatório de cada diâmetro mensurado elevado ao quadrado (Moro & Martins, 2011). A altura total foi estimada utilizando-se uma vara graduada em metros, com divisões de 50 centímetros e tamanho total de 4 metros. Todos os indivíduos receberam placas de plástico com numeração correspondente. Os mesmos tiveram material botânico coletado para confecção de exsiccatas e identificação botânica ao nível de gênero e espécie, realizada com auxílio de bibliografia, especialistas e consultas ao Herbário da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RBR), assim como herbários digitais. O material botânico coletado de cada espécie foi herborizado, e quando fértil incorporado ao acervo do Herbário da UFRRJ (RBR).

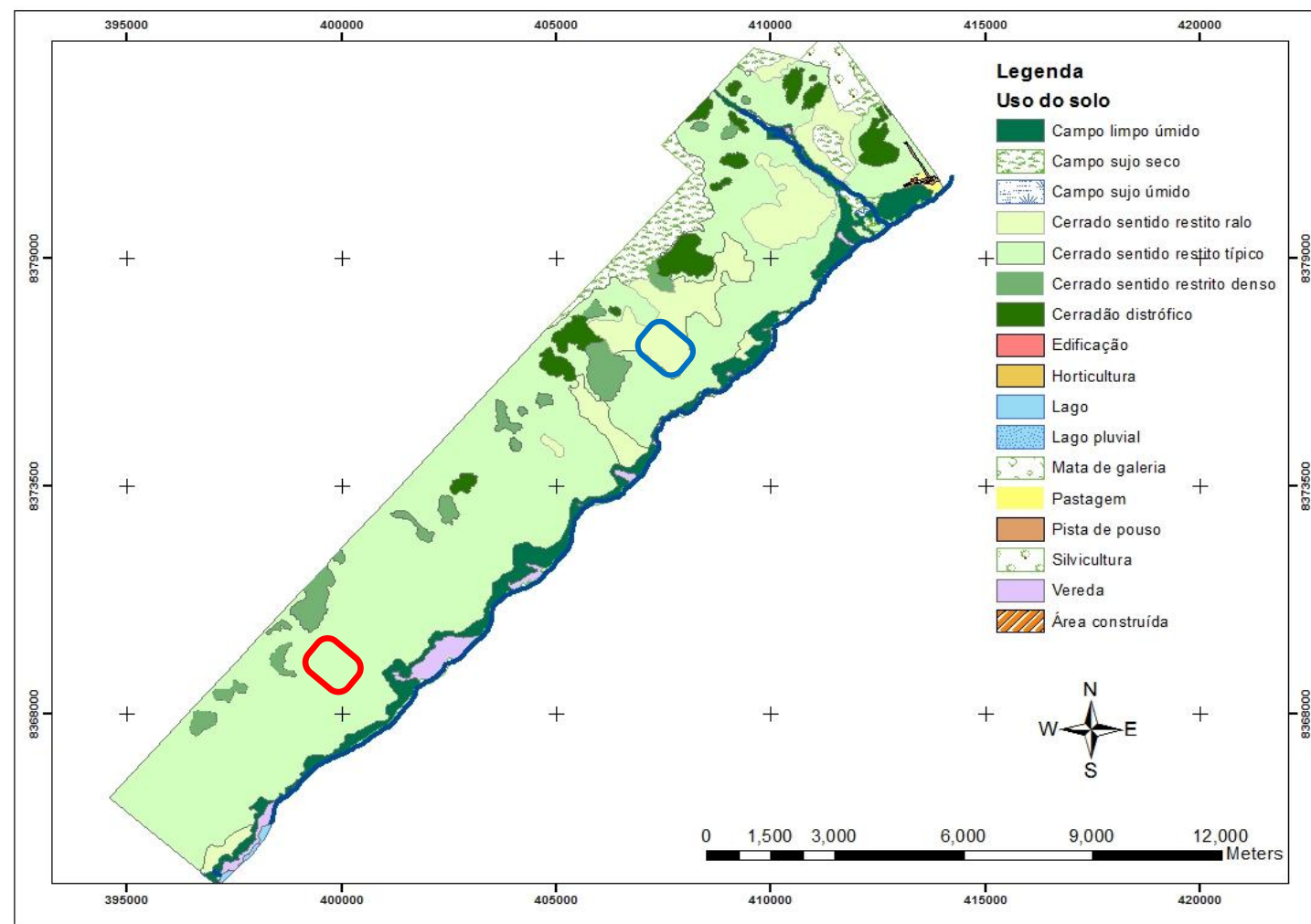
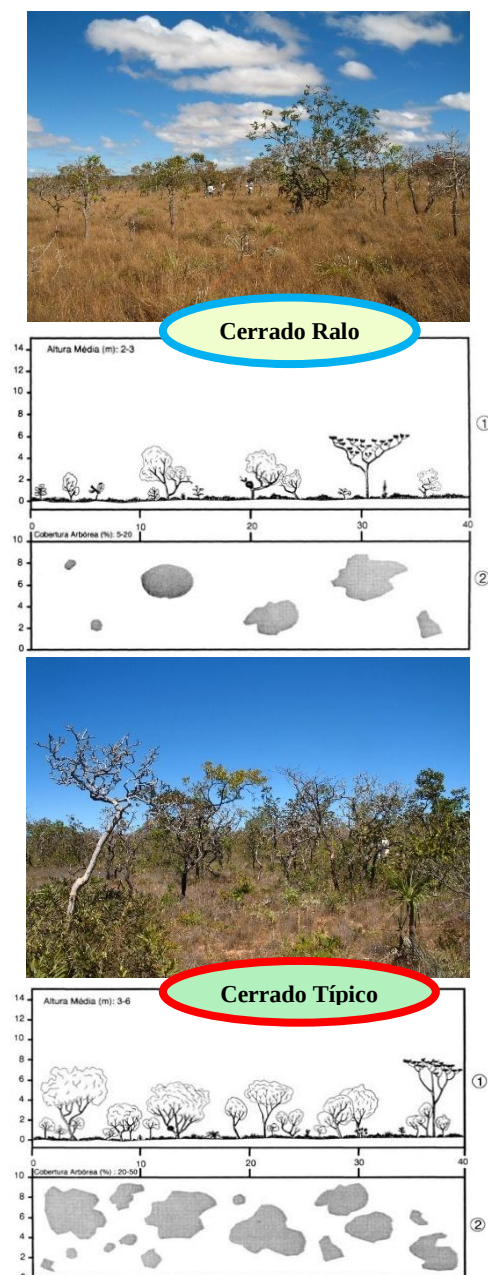


Figura 4: Mapa das fitofisionomias de Cerrado presentes na Fazenda Guará, Jaborandi, BA, com a localização dos universos amostrais utilizados no presente estudo (Fonte: Silva, 2011). Na esquerda, imagens de campo representativas do Cerrado Ralo e Cerrado Típico, com os respectivos diagramas de perfil da vegetação. Fonte: Ribeiro & Walter (2008) .

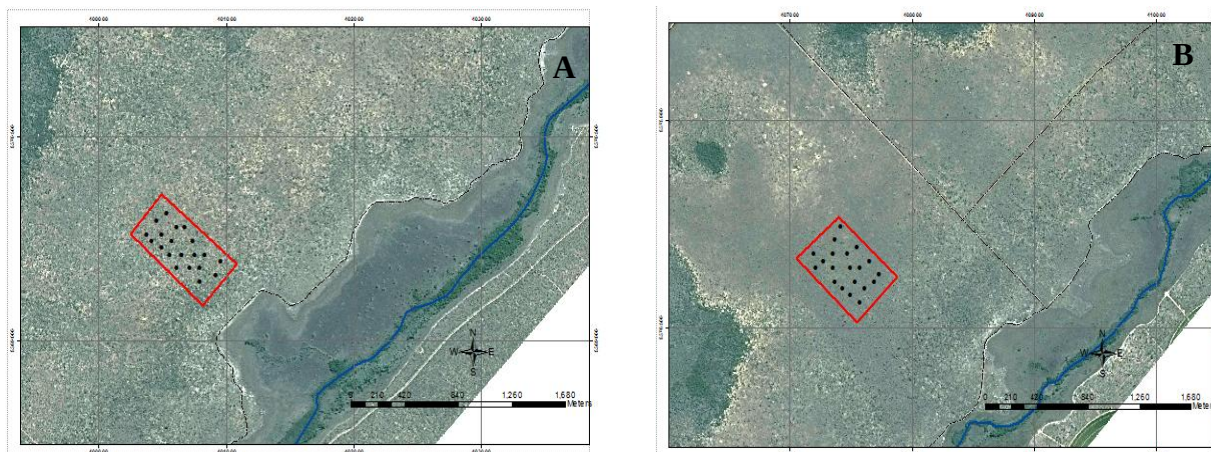


Figura 5: Alocação aleatória das unidades amostrais (20 x 50 m), nas duas fitofisionomias inventariadas na Fazenda Guará, Jaborandi, BA. A= Cerrado Típico; B= Cerrado Ralo.

2.2 Análise dos dados

Os dados inventariados em campo foram analisados com auxílio do *Microsoft Excel* 2010. A suficiência amostral foi avaliada pelo erro amostral a 95% de probabilidade (Brena & Péllico Neto, 1997), para a amostragem das variáveis área basal e densidade. A suficiência amostral quanto à riqueza florística foi avaliada por análise da curva de rarefação das espécies, obtida pelo método de Coleman. Tal método consiste no sorteio contínuo e aleatório da entrada das parcelas, para obtenção de uma curva média destas “n” repetições acumuladas. Ao fazer isto elevado número de vezes, pode se calcular a precisão da estimativa através de seus intervalos de confiança e probabilidades (Felfili et al., 2011). A riqueza máxima de espécies foi calculada através do estimador não-paramétrico bootstrap, que serviu de base para comparação com a riqueza observada (Magurran, 2011). Para obtenção destes dois recursos, utilizou-se o software EstimateS 8.2 (Colwell, 2013).

A estrutura horizontal foi caracterizada por meio do cálculo dos descritores fitossociológicos absolutos e relativos de densidade, dominância e frequência das espécies, bem como o valor de importância e de cobertura de cada uma delas, quantificando assim a participação de cada população dentro das comunidades (Felfili et al. 2011). O cálculo dos parâmetros fitossociológicos e área basal foram feitos utilizando-se as seguintes expressões:

- rea basal

$$gi = \frac{\pi \times Db_{30\text{ cm}}^2}{40000}$$

Em que,

gi = área basal da espécie (m^2);

$D_{30\text{ cm}}$ = Diâmetro  30 cm da altura do solo (cm).

- Densidade Relativa

$$DR_i = \frac{DA}{\sum_i DA} \times 100$$

Em que,

DR_i = Densidade relativa (%);

DA = Densidade absoluta.

- Frequência Relativa

$$FR_i = \frac{FA}{\sum_i FA} \times 100$$

Em que,

FR_i = Frequência relativa (%);

FA = Frequência absoluta.

- Dominância Relativa

$$DoR_i = \frac{g_i}{\sum_i g} \times 100$$

Em que,

DoR_i = Dominância relativa (%);

g = área basal da espécie (m²).

- Índice de Valor de Importância

$$IVI_i = DR_i + FR_i + DoR_i$$

Em que,

IVI_i = Índice de Valor de Importância (%);

DR_{ij} = Densidade Relativa (%);

FR_{ij} = Frequência Relativa (%);

DoR_{ij} = Dominância relativa (%).

A diversidade foi calculada utilizando o índice de *Shannon* e a equibilidade conforme *Pielou* (Magurran, 2011).

- Índice de *Shannon*

$$H' = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) \cdot \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

Em que:

ni = nº de indivíduos da espécie i ;

N = nº total de indivíduos na amostra.

- Equibilidade de *Pielou*

$$E = \frac{H'}{\ln(N)}$$

Em que:

H' = Índice de Shanon;

N = nº total de espécies

Para avaliar o comportamento da estrutura diamétrica das comunidades, foram feitos os histogramas de frequência da distribuição de indivíduos em classes de diâmetro com intervalos de quatro centímetros (Rezende et al., 2006; Felfili & Silva Júnior, 1988). A distribuição diamétrica observada no histograma foi ajustada ao modelo exponencial negativo de Meyer :

$$y = \beta_0 e^{\beta_1 \cdot x}$$

Em que:

y = Frequência de indivíduos estimada pela equação de Meyer na i -ésima classe;

x = Centro de classe

A partir da linearização logarítmica do modelo e análise de regressão simples, ajustada pelo método dos mínimos quadrados ordinários (Scolforo, 2005), foram obtidos os coeficientes (β_0 e β_1) e medidas de precisão da equação. Os valores do coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{ajust.}$), desvio padrão residual ($S_{xy}\%$) e a significância dos coeficientes, por meio do teste t ($\alpha = 0,05$), foram os critérios para avaliar a precisão do ajuste.

Com as frequências observadas agrupadas em classes de diâmetro foram calculados os quocientes De Liocurt “ q ” para cada classe estabelecida (Liocurt, 1988; *apud* Meyer 1952; *apud* Felfili & Silva Júnior, 1988) de acordo com a razão:

$$q = \frac{N_i}{N_{i-1}}$$

Em que:

q = Quociente de Liocurte da i -ésima classe;

N_i = Frequência de indivíduos observados na i -ésima classe.

N_{i-1} = Frequência de indivíduos observados na i -ésima classe anterior.

Conforme Cabacinha & Castro (2010), o coeficiente de Liocurt é capaz de indicar o estado de equilíbrio estrutural da comunidade, visto que seus valores calculados quando constantes em todas as classes, representam equilíbrio na estrutura da vegetação, ao passo que quando ocorrem variações nestes valores, infere-se que a comunidade em questão encontra-se em desequilíbrio, indicando perturbação ambiental local.

Para avaliar a diferença estrutural entre o Cerrado Típico e o Cerrado Ralo, os dados agrupados em nove classes de diâmetro com amplitude de quatro centímetros, foram submetidos ao teste de Kolmogorov – Smirnov ($\alpha = 0,05$), realizado no programa BioEstat 5.3.

A similaridade florística existente entre as duas fitofisionomias foi avaliada pelo índice qualitativo de *Sorensen* e pelo índice quantitativo de *Morisita-Horn* (Magurran, 2011):

- Índice de *Sorensen*

$$Ss = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Em que,

a = nº de espécies comuns às duas fitofisionomias;

b = nº de espécies exclusivas do Cerrado Típico;

c = nº de espécies exclusivas do Cerrado Ralo.

- Índice de *Morisita-Horn*

$$CMH = \frac{2 \sum X_{ij} X_{ik}}{[(\sum X_{ij}^2 / N_j^2) + (\sum X_{ik}^2 / N_k^2)] N_j N_k}$$

Em que,

X_{ij} e X_{ik} = nº de indivíduos da espécie i nas amostras j e k ;

N_j e N_k = nº total de indivíduos nas amostras j e k .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Suficiência amostral

Os intervalos de confiança construídos para as médias das variáveis área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) e densidade ($\text{ind}.\text{ha}^{-1}$) (Tabela 2), sugerem homogeneidade estrutural destas comunidades em relação a estas variáveis, e confirmam a suficiência amostral dos inventários florestais realizados nestas duas fitofisionomias. De acordo com Péllico Neto & Brena (1997), uma amostragem é satisfatória quando o erro de amostragem é inferior a 10%. Conforme Felfili et al. (2011), quando se tem uma população homogênea e claramente definida, ou seja, ambientes uniformes como em uma mesma fisionomia vegetal, a amostragem aleatória é capaz de produzir bons resultados.

Tabela 2: Intervalo de confiança para as variáveis densidade e área basal dos indivíduos lenhosos ($D_{30\text{cm}} \geq 5\text{cm}$) no Cerrado Típico e no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Fitofisionomia	Variável	Média	$S\bar{y} \cdot t$	$(S\bar{y} \cdot t) \%$	IC (ha)	
					L I	L S
Cerrado Típico	Densidade ($\text{ind}.\text{ha}^{-1}$)	952	66	6,96	885	1.018
	Área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$)	7,85	0,7319	9,32	7,12	8,58
Cerrado Ralo	Densidade ($\text{ind}.\text{ha}^{-1}$)	556	95	17,04	461	651
	Área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$)	3,45	0,5499	15,90	2,90	4,00

$S\bar{y} \cdot t$ = Erro amostral em termos absolutos; $(S\bar{y} \cdot t) \%$ = Erro amostral em termos relativos; IC= Intervalo de confiança; LI = Limite Inferior e LS = Limite Superior.

Observa-se que a elevada variabilidade e consequente erro amostral no Cerrado Ralo (Tabela 2) aconteceram devido à presença de uma parcela em que foram encontrados 108 indivíduos, conferindo densidade bastante superior à densidade média calculada por parcela, que foi de $55 \text{ ind}.\text{ha}^{-1}$ nesta fitofisionomia. Se retirada esta parcela, o erro do inventário florestal para amostragem destas variáveis no Cerrado Ralo, reduz para 15,03% e 13,65%, indicando que ainda assim seria necessária a alocação de mais parcelas para melhor amostragem dessas variáveis. No entanto, Moro & Martins (2011), consideram que amostras de um hectare são adequadas para elaboração de trabalhos fitossociológicos. Scolforo et al. (2008a), ponderam que uma precisão de 10% pode inviabilizar a execução de inventários florestais de vegetações nativas em algumas situações, sugerindo que a precisão de 20% é satisfatória para florestas nativas, pois compatibiliza eficiência estatística com os custos do inventário.

As curvas de rarefação de ambas as fitofisionomias tenderam à estabilização, apontando comportamento que caracteriza a suficiência amostral para estudos de florística (Figura 6). A riqueza total encontrada no Cerrado Típico (57) e no Cerrado Ralo (34) representaram, respectivamente, 87% e 93% dos valores de riqueza estimados pelo método Bootstrap ($n = 61,51 \pm 1,07$ para o Cerrado Típico e $n = 39,23 \pm 0,93$ para o Cerrado Ralo).

Este método sofre menos influência de espécies raras se comparado a outros estimadores como Jackknife e Chaos, que atribuem maior valor a espécies encontradas em somente uma parcela (MAGURRAN, 2011).

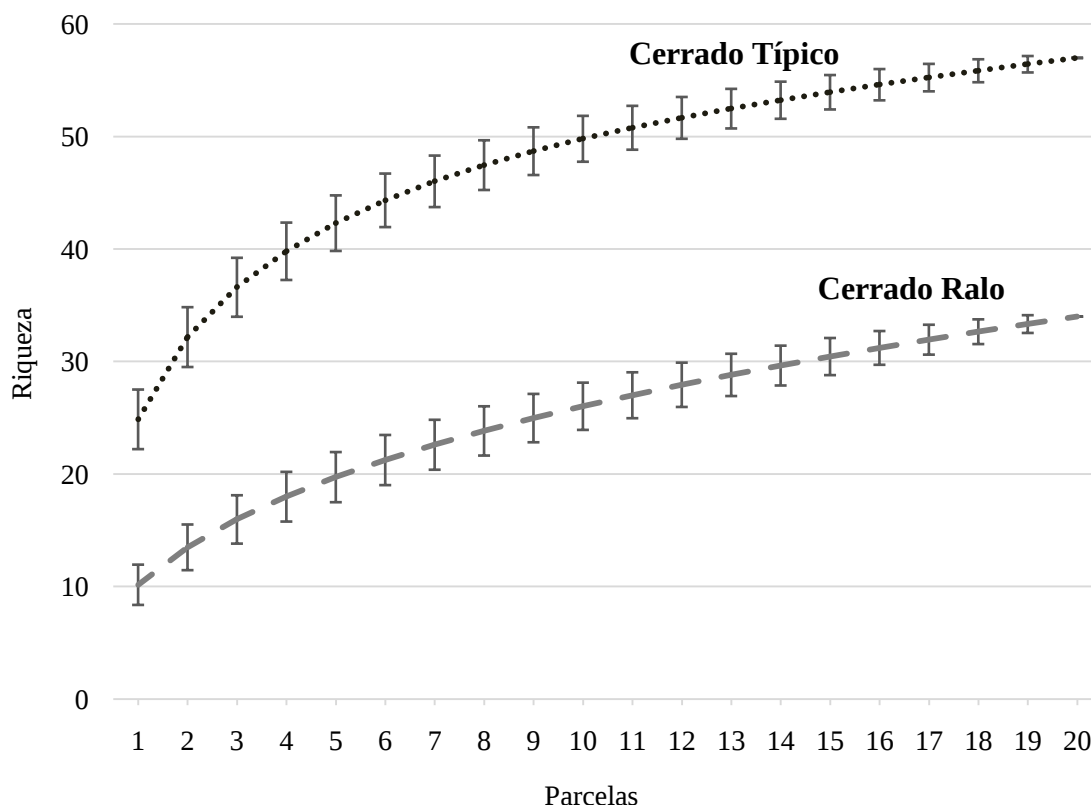


Figura 6: Curva de rarefação da amostragem de espécies encontradas em área de Cerrado Típico e Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

3.2 Composição florística

No Cerrado Típico foram encontrados 1.093 indivíduos (1.945 fustes) identificados em 57 espécies pertencentes a 41 gêneros e 23 famílias botânicas. A riqueza de espécies encontrada se aproximou do limite inferior do intervalo dos valores apresentados por Felfili et al. (2004), onde a riqueza variou de 66 a 97 espécies em seis áreas amostradas na região do Espigão Mestre do São Francisco, mesma unidade fisiográfica do presente estudo. No Cerrado Ralo foram encontrados 1.111 indivíduos distribuídos em 34 espécies, 29 gêneros e 15 famílias. A riqueza encontrada foi menor quando comparada às verificadas na maioria dos trabalhos desenvolvidos em Cerrado *sensu stricto*. No entanto, tal fato não permite, *a priori*, inferir que a riqueza encontrada é baixa, visto que nem todos os trabalhos buscam tratar com rigor o subtipo de Cerrado *sensu stricto* estudado, o que nos leva a crer que são na maioria das vezes desenvolvidos no subtipo típico desta fitofisionomia, a qual predomina no bioma. Assim, considerando que a área estudada se encontra conservada e livre de qualquer ação antrópica, pode ser que, o número de espécies encontrado represente satisfatoriamente a

riqueza típica de um Cerrado Ralo influenciado por substrato arenoso de formação, neste caso a Formação Urucuaia. Contudo, para tal confirmação são necessários outros estudos comparativos. Sustentando o resultado encontrado, Sininbum et al. (2007), ao trabalhar em um Cerrado *sensu stricto* na Floresta Nacional de Brasília, DF, verificou a presença de 38 espécies pertencentes a 31 gêneros e 21 famílias. Os autores disseram tratar de um Cerrado Ralo. No município de Anápolis, GO, foi encontrado para um Cerrado Ralo, o total de 46 espécies, 28 gêneros e 20 famílias (Carvalho & Marques-Alves, 2008).

Somando os 4 hectares de área amostrada do levantamento florístico das duas fitofisionomias, foram mensurados 3.014 indivíduos arbóreos, distribuídos em 25 famílias e 60 espécies (Tabela 3). As famílias que mais contribuíram para riqueza da flora lenhosa dessas fitofisionomias foram Fabaceae, Myrtaceae, Vochysiaceae e Malpighiaceae. Silveira & Costa (2009), mencionam a presença marcante da família Fabaceae no Cerrado, inferindo tal fato à capacidade simbiótica destas espécies com bactérias do gênero *Rhizobium* fixadores de nitrogênio, responsáveis por favorecer o desenvolvimento dos indivíduos neste ambiente distrófico. Já espécies da família Vochysiaceae são capazes de acumular alumínio, conferindo outra vantagem adaptativa às condições locais. (Haridassan & Araújo, 1988; Felfili & Silva-Júnior, 1993). Conforme Mendonça et al. (2008), é frequente a presença das famílias Vochysiaceae, Fabaceae e Myrtaceae nos cerrados do Brasil central. Nos trabalhos de Nettesheim et al. (2010), Siqueira et al. (2006), Balduino et al. (2005), Costa & Araújo (2001) e Weiser & Godoy (2001), desenvolvidos em Cerrado *sensu stricto*, as famílias Fabaceae, Myrtaceae, Malpighiaceae e Vochysiaceae também figuram entre as mais ricas.

Tabela 3: Relação das famílias e espécies lenhosas ($D_{30cm} \geq 5$ cm) amostradas em 40 parcelas de 20×50 m, distribuídas em áreas de Cerrado Ralo e Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua)

Família / Espécie	Nome popular	Ralo	Típico	Total
Annonaceae				
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	araticum-do-cerrado	5	2	7
Apocynaceae				
<i>Aspidosperma macrocarpa</i> Mart.	gautambu-do-cerrado		1	1
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	peroba-do-cerrado	1	153	154
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	mangabeira	82	1	83
Bignoniaceae				
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Standl.	pau-darco	2	32	34
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore	caraíba, ipê-amarelo	20	6	26
Calophyllaceae				
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc	pau-santo	357	306	663
<i>Kielmeyera petiolaris</i> Mart.	pau-santo	201	23	224
Caryocaraceae				
<i>Caryocar brasilienses</i> Cambess.	pequi		16	16
Combretaceae				
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichl.	capitão-do-campo		2	2
Connaraceae				
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	araruta-do-cerrado	1	103	104
<i>Rourea induta</i> Planch.	botica-inteira	1	30	31

Tabela 3. Continuação

Família / Espécie	Nome popular	Ralo	Típico	Total
<i>Rourea sp.</i>	rourea		1	1
Erythroxylaceae				
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	fruta-de-pomba		58	58
<i>Erythroxylum sp.</i>	arco-de-pipa		1	1
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	mercúrio-do-campo	7	28	35
Fabaceae Caesalpinoideae				
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	faveira-do-campo	1	1	2
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. Ex Hayne	jatobá-do-cerrado	2	40	42
<i>Myrocarpus fastigiatus</i> Allemão	pau-bálsamo		6	6
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	carvoeiro		1	1
Fabaceae Faboidae				
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakovl.	amargosinha		8	8
<i>Acosmium sp.</i>	amargosa	1	3	4
<i>Andira vermifuga</i> Mart. ex Benth	mata-barata	3	51	54
<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.	sucupira-preta	1	8	9
<i>Macherium opacum</i> Vog.	jacarandá-cascudo	1	17	18
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	amargosa, angelim		2	2
Fabaceae Mimosoideae				
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J. F. Macbr.	orelha-de-macaco	3	8	11
<i>Stryphnodendron adstrigens</i> (Mart.)	barbatimão		5	5
Lamiaceae				
<i>Aegiphila ihotskiana</i> Cham.	milho-de-grilo		1	1
Loganiaceae				
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	quina-do-cerrado		5	5
Lythraceae				
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	pacari	1		1
Malpighiaceae				
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.	murici-rosa		57	57
<i>Byrsonima sp.2</i>	murici	1	3	4
<i>Byrsonima sp.1</i>	murici	1	4	5
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L) Rich.	muricizão	6	15	21
Malvaceae				
<i>Erytheca gracilipes</i> (K. Schum.)	paineira-do-campo		9	9
Melastomataceae				
<i>Miconia pohliana</i> Cogn.	pixirica		1	1
<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	puçá-coroa	7	19	26
Myrtaceae				
<i>Myrcia ochroides</i> O. Berg.	pitangão		1	1
<i>Eugenia dysenterica</i> D. C.	cagaiteira	43	40	83
<i>Eugenia sp.1</i>	pitanguinha	1	1	2
<i>Eugenia sp.2</i>	pitanguinha		1	1
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC	guamirim	1	6	7
<i>Psidium myrsinites</i> Mart. Ex DC.	araçazinho		11	11
<i>Psidium pohlianum</i> O. Berg	araçá	1	4	5

Tabela 3. Continuação

Família / Espécie	Nome popular	Ralo	Típico	Total
Nyctaginaceae				
<i>Neea theifera</i> Oerst.	caparrosa-branca		5	5
Ochnaceae				
<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Baill	vassoura-de-bruxa		70	70
Olacaceae				
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	chapéu-vermelho		7	7
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	bate-caixa	16	4	20
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.)K.	jenipapo-de-cavalo	5	4	9
Sapotaceae				
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk	grão-de-galo	272	406	678
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk	curiola	51	165	216
Vochysiaceae				
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	pau-terra		5	5
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	pau-pombo	2	17	19
<i>Salvertia convallariodora</i> A. St.-Hil.	chapéu-de-couro	3	47	50
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	pau-doce		2	2
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	pau-doce	9	49	58
Total Geral		1.111	1.903	3.014

Das 34 espécies presentes no Cerrado Ralo, apenas *Lafoensia pacari* A.St.-Hil, representada por um único indivíduo não foi comum ao Cerrado Típico. Deste modo, 33 espécies foram compartilhadas entre as duas fitofisionomias e 24 foram exclusivas do Cerrado Típico (Figura 7).

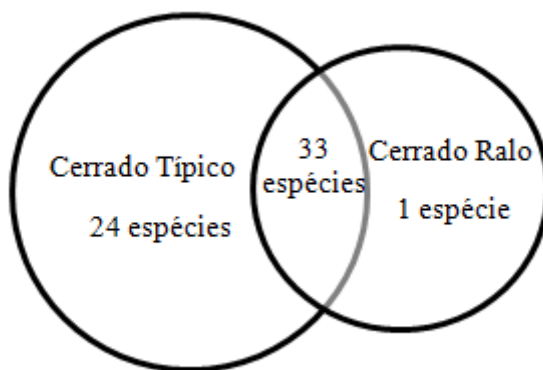


Figura 7: Diagrama de Veen representando o número de espécies lenhosas ($D_{30\text{cm}} \geq 5\text{cm}$) compartilhadas entre as áreas de Cerrado Típico e Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

No Cerrado Típico as sete espécies mais importantes foram: *Pouteria ramiflora*, *Kielmeyera coriacea*, *Pouteria torta*, *Aspidosperma tomentosum*, *Connarus suberosus*, *Salvertia convallariodora* e *Ouratea hexasperma*, que perfizeram 54,02% do valor de importância total (VI), 65,69% da densidade total e 65,30% da dominância relativa (Tabela 4). Exceto *Pouteria torta*, as demais espécies lenhosas de maior VI citadas, são listadas por Ratter et al. (2003), dentre as espécies que ocorreram em mais de 50% de um total de 376 levantamentos comparados em Cerrado *sensu stricto* na área core do bioma. Os maiores valores observados para *Pouteria ramiflora* e *Kielmeyera coriacea* nesta fisionomia ocorreram devido aos elevados percentuais de dominância e densidade, respectivamente. Exceto *Salvertia convallariodora*, que apresentou alta dominância, as demais espécies tiveram elevados VI devido à densidade. *Salvertia convallariodora* foi responsável por cerca de 33% dos indivíduos com diâmetro superior à 25 cm. Balduino et al. (2005), também observou a representatividade desta espécie nas classes de diâmetro superiores, conferindo-lhe alta dominância, como no presente estudo. *Pouteria ramiflora*, *Kielmeyera coriacea*, *Pouteria torta*, *Aspidosperma tomentosum*, *Connarus suberosus* e *Ouratea hexasperma* tiveram frequência absoluta de 100%, ocorrendo em todas as parcelas do Cerrado Típico.

Tabela 4: Lista das espécies lenhosas ($D_{30cm} \geq 5cm$), com seus respectivos descritores fitossociológicos para o Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua)

Nome científico	N	UA	DA	g	DR%	DOR %	FR%	VC%	VI%
<i>Pouteria ramiflora</i>	406	20	203	1,8442	21,33	23,49	4,54	22,41	16,45
<i>Kielmeyera coriacea</i>	306	20	153	1,0210	16,08	13,01	4,54	14,54	11,21
<i>Pouteria torta</i>	165	20	83	0,6592	8,67	8,40	4,54	8,53	7,20
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	153	20	77	0,4003	8,04	5,10	4,54	6,57	5,89
<i>Connarus suberosus</i>	103	20	52	0,3155	5,41	4,02	4,54	4,72	4,66
<i>Salvertia convallariodora</i>	47	17	24	0,5906	2,47	7,52	3,85	5,00	4,62
<i>Ouratea hexasperma</i>	70	20	35	0,2957	3,68	3,77	4,54	3,72	3,99
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	57	18	29	0,1791	3,00	2,28	4,08	2,64	3,12
<i>Erythroxylum deciduum</i>	58	17	29	0,1451	3,05	1,85	3,85	2,45	2,92
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	40	15	20	0,2385	2,10	3,04	3,40	2,57	2,85
<i>Andira vermifuga</i>	51	15	26	0,1816	2,68	2,31	3,40	2,50	2,80
<i>Vochyseia tucanorum</i>	49	16	25	0,1404	2,57	1,79	3,63	2,18	2,66
<i>Eugenia dysenterica</i>	40	14	20	0,1233	2,10	1,57	3,17	1,84	2,28
<i>Handroanthus ochraceus</i>	32	15	16	0,0903	1,68	1,15	3,40	1,42	2,08
<i>Rourea induta</i>	30	15	15	0,0784	1,58	1,00	3,40	1,29	1,99
<i>Agonandra brasiliensis</i>	31	14	16	0,0839	1,63	1,07	3,17	1,35	1,96
<i>Kyelmeyera petiolaris</i>	23	11	12	0,1400	1,21	1,78	2,49	1,50	1,83
<i>Erythroxylum suberosum</i>	28	13	14	0,0607	1,47	0,77	2,95	1,12	1,73
<i>Macherium opacum</i>	17	12	9	0,1076	0,89	1,37	2,72	1,13	1,66
<i>Qualea parviflora</i>	17	9	9	0,1534	0,89	1,95	2,04	1,42	1,63
<i>Mouriri elliptica</i>	19	13	10	0,0715	1,00	0,91	2,95	0,95	1,62
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	15	9	8	0,0505	0,79	0,64	2,04	0,72	1,16
<i>Caryocar brasilienses</i>	16	4	8	0,1122	0,84	1,43	0,91	1,14	1,06

Tabela 4. Continuação

Nome científico	N	UA	DA	g	DR%	DOR %	FR%	VC%	VI%
<i>Enterolobium gummiferum</i>	8	6	4	0,1033	0,42	1,32	1,36	0,87	1,03
<i>Bowdichia virgilioides</i>	8	5	4	0,1121	0,42	1,43	1,13	0,92	0,99
<i>Myrocarpus fastigiatus</i>	6	4	3	0,1193	0,32	1,52	0,91	0,92	0,91
<i>Strychnos pseudoquina</i>	5	4	3	0,0811	0,26	1,03	0,91	0,65	0,73
<i>Psidium myrsinites</i>	11	5	6	0,0367	0,58	0,47	1,13	0,52	0,73
<i>Acosmium dasycarpum</i>	8	6	4	0,0246	0,42	0,31	1,36	0,37	0,70
<i>Heisteria ovata</i>	7	5	4	0,0338	0,37	0,43	1,13	0,40	0,64
<i>Erytheca gracilipes</i>	9	3	5	0,0545	0,47	0,69	0,68	0,58	0,62
<i>Tabebuia aurea</i>	6	5	3	0,0231	0,32	0,29	1,13	0,30	0,58
<i>Qualea grandiflora</i>	5	5	3	0,0224	0,26	0,28	1,13	0,27	0,56
<i>Myrcia guianensis</i>	6	4	3	0,0152	0,32	0,19	0,91	0,25	0,47
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	5	4	3	0,0103	0,26	0,13	0,91	0,20	0,43
<i>Neea theifera</i>	5	4	3	0,0058	0,26	0,07	0,91	0,17	0,41
<i>Psidium pohlianum</i>	4	4	2	0,0080	0,21	0,10	0,91	0,16	0,41
<i>Palicourea rigida</i>	4	3	2	0,0073	0,21	0,09	0,68	0,15	0,33
<i>Byrsonima sp. 2</i>	3	3	2	0,0085	0,16	0,11	0,68	0,13	0,32
<i>Tocoyena formosa</i>	4	3	2	0,0042	0,21	0,05	0,68	0,13	0,31
<i>Buchenavia tomentosa</i>	2	2	1	0,0166	0,11	0,21	0,45	0,16	0,26
<i>Annona crassiflora</i>	2	2	1	0,0116	0,11	0,15	0,45	0,13	0,24
<i>Acosmium sp.</i>	3	2	2	0,0050	0,16	0,06	0,45	0,11	0,23
<i>Vochyseia rufa</i>	2	2	1	0,0074	0,11	0,09	0,45	0,10	0,22
<i>Byrsonima sp.1</i>	4	1	2	0,0159	0,21	0,20	0,23	0,21	0,21
<i>Vatairea macrocarpa</i>	2	1	1	0,0119	0,11	0,15	0,23	0,13	0,16
<i>Aspidosperma macrocarpa</i>	1	1	1	0,0043	0,05	0,06	0,23	0,05	0,11
<i>Dimorphandra mollis</i>	1	1	1	0,0038	0,05	0,05	0,23	0,05	0,11
<i>Myrcia ochroides</i>	1	1	1	0,0038	0,05	0,05	0,23	0,05	0,11
<i>Eugenia sp1.</i>	1	1	1	0,0033	0,05	0,04	0,23	0,05	0,11
<i>Hancornia speciosa</i>	1	1	1	0,0033	0,05	0,04	0,23	0,05	0,11
<i>Rourea sp.</i>	1	1	1	0,0023	0,05	0,03	0,23	0,04	0,10
<i>Tachigali paniculata</i>	1	1	1	0,0019	0,05	0,02	0,23	0,04	0,10
<i>Aegiphila ihotskiana</i>	1	1	1	0,0018	0,05	0,02	0,23	0,04	0,10
<i>Miconia pohliana</i>	1	1	1	0,0016	0,05	0,02	0,23	0,04	0,10
<i>Eugenia sp2.</i>	1	1	1	0,0014	0,05	0,02	0,23	0,04	0,10
<i>Erythroxylum sp.</i>	1	1	1	0,0009	0,05	0,01	0,23	0,03	0,10
Total Geral	1903	20	952	7,8504	100	100	100	100	100

N= Número de indivíduos da espécie amostrados; UA= Número de unidades amostrais em que a espécie ocorre; DA= Densidade absoluta da espécie (número de indivíduos. ha⁻¹);g= área basal da espécie (m² ha⁻¹) DR%= Densidade relativa da espécie; DOR%= Dominância relativa da espécie; FR%= Frequência relativa da espécie; VC%= Valor de cobertura da espécie e VI%= Valor de importância da espécie.

No Cerrado Ralo as espécies *Kielmeyera coriacea*, *Pouteria ramiflora* e *Kielmeyera petiolaris* perfizeram 52,04% do VI total, 74,71% da densidade e 59,20% da dominância (Tabela 5). Tal fato revela alta dominância de poucas espécies na área, onde as outras 31 espécies contribuem pouco em termos quantitativos quando comparadas às três anteriormente citadas, que se destacaram principalmente devido à elevada densidade, principalmente nas classes inferiores de diâmetro.

Kielmeyera coriacea, que teve o maior VI no Cerrado Ralo e o segundo maior VI no Cerrado Típico, teve frequência de 100%, ocorrendo em todas as parcelas alocadas nas duas fitofisionomias, confirmando seu caracter generalista (Silva Júnior & Sarmento, 2009). Para Magurran (2011), a abundância de uma espécie reflete em parte o seu sucesso em competir por recursos limitados nesse tipo de ambiente. Conforme Ribeiro et al. (2005), esta espécie ocupa a 8ª posição na lista de espécies de maior ocorrência nos levantamentos realizados no cerrado, por ter ocorrido em 70% dos levantamentos. *Pouteria ramiflora* que também apresentou elevado VI nas duas fitofisionomias, se encontra na 12ª posição desta lista, ocorrendo em 65% dos levantamentos. Ribeiro et al. (2001) ao caracterizar florísticamente o complexo de Fazendas Trijunção, ao qual a área de estudo pertence, destacaram a presença marcante desta espécie no Cerrado *sensu stricto* desta área. Silva Júnior & Sarmento (2009), destacam a presença de *Pouteria ramiflora* associada à Neossolos Quartzarênicos na região do Espigão Mestre do São Francisco, unidade fisiográfica do presente estudo. Conforme os autores, esta espécie se comporta como indicadora de cerrados em interflúvio sobre Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, corroborando com o resultado observado aqui.

Tabela 5: Lista das espécies lenhosas ($D_{30cm} \geq 5cm$), com seus respectivos descritores fitossociológicos para o Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Nome científico	N	UA	DA	g	DR%	DOR%	FR%	VC%	VI%
<i>Kielmeyera coriacea</i>	357	20	179	0,9627	32,13	27,83	10,99	29,98	23,65
<i>Pouteria ramiflora</i>	272	19	136	0,5529	24,48	15,98	10,44	20,23	16,97
<i>Kyelmeyera petiolaris</i>	201	19	101	0,5322	18,09	15,38	10,44	16,74	14,64
<i>Hancornia speciosa</i>	82	20	41	0,4300	7,38	12,43	10,99	9,91	10,27
<i>Pouteria torta</i>	51	16	26	0,2777	4,59	8,03	8,79	6,31	7,14
<i>Eugenia dysenterica</i>	43	6	22	0,2152	3,87	6,22	3,30	5,05	4,46
<i>Tabebuia aurea</i>	20	11	10	0,0766	1,80	2,21	6,04	2,01	3,35
<i>Palicourea rigida</i>	16	11	8	0,0413	1,44	1,19	6,04	1,32	2,89
<i>Vochyseia tucanorum</i>	9	8	5	0,0559	0,81	1,61	4,40	1,21	2,27
<i>Mouriri elliptica</i>	7	6	4	0,0393	0,63	1,14	3,30	0,88	1,69
<i>Salvertia convallariodora</i>	3	3	2	0,0818	0,27	2,36	1,65	1,32	1,43
<i>Erythroxylum suberosum</i>	7	6	4	0,0121	0,63	0,35	3,30	0,49	1,43
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	6	5	3	0,0186	0,54	0,54	2,75	0,54	1,27
<i>Tocoyena formosa</i>	5	5	3	0,0094	0,45	0,27	2,75	0,36	1,16
<i>Enterolobium gummiferum</i>	3	3	2	0,0232	0,27	0,67	1,65	0,47	0,86
<i>Andira vemifuga</i>	3	3	2	0,0159	0,27	0,46	1,65	0,37	0,79
<i>Annona crassiflora</i>	5	2	3	0,0130	0,45	0,38	1,10	0,41	0,64
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	2	2	1	0,0208	0,18	0,60	1,10	0,39	0,63
<i>Handroanthus ochraceus</i>	2	2	1	0,0091	0,18	0,26	1,10	0,22	0,51
<i>Macherium opacum</i>	1	1	1	0,0163	0,09	0,47	0,55	0,28	0,37
<i>Qualea parviflora</i>	2	1	1	0,0097	0,18	0,28	0,55	0,23	0,34
<i>Agonandra brasiliensis</i>	2	1	1	0,0093	0,18	0,27	0,55	0,22	0,33
<i>Dimorphandra mollis</i>	1	1	1	0,0077	0,09	0,22	0,55	0,16	0,29
<i>Acosmium sp.</i>	1	1	1	0,0062	0,09	0,18	0,55	0,13	0,27
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	1	1	1	0,0061	0,09	0,17	0,55	0,13	0,27
<i>Byrsonima sp.2</i>	1	1	1	0,0038	0,09	0,11	0,55	0,10	0,25
<i>Lafoensia pacari</i>	1	1	1	0,0029	0,09	0,08	0,55	0,09	0,24
<i>Myrcia guianensis</i>	1	1	1	0,0028	0,09	0,08	0,55	0,09	0,24
<i>Rourea induta</i>	1	1	1	0,0014	0,09	0,04	0,55	0,06	0,23
<i>Bowdichia virgilioides</i>	1	1	1	0,0013	0,09	0,04	0,55	0,06	0,23
<i>Psidium pohlianum</i>	1	1	1	0,0011	0,09	0,03	0,55	0,06	0,22
<i>Connarus suberosus</i>	1	1	1	0,0010	0,09	0,03	0,55	0,06	0,22
<i>Eugenia sp1,</i>	1	1	1	0,0010	0,09	0,03	0,55	0,06	0,22
<i>Byrsonima sp.1</i>	1	1	1	0,0009	0,09	0,03	0,55	0,06	0,22
Total	1111	20	556	3,46	100	100	100	100	100

N= Número de indivíduos da espécie amostrados; UA= Número de unidades amostrais em que a espécie ocorre; g= área basal da espécie ($m^2 ha^{-1}$); DA= Densidade absoluta da espécie (número de indivíduos. ha^{-1}); DR%= Densidade relativa da espécie; DOR%= Dominância relativa da espécie; FR%= Frequência relativa da espécie; VC%= Valor de cobertura da espécie e VI%= Valor de importância da espécie.

No Cerrado Típico, sete espécies, as quais representam 12% do total de espécies amostradas foram reponsáveis por mais de 50% do VI. Trinta e oito espécies apresentaram VI inferiores a 1,64, valor que representa menos de 10% do máximo encontrado (16,45), podendo ser consideradas como pouco comuns na área de estudo (Assunção & Felfili, 2004). Representando 7,02% do total da comunidade, *Buchenavia tomentosa*, *Annona crassiflora*, *Vochysia rufa* e *Vatairea macrocarpa*, apresentaram apenas um indivíduo por hectare, podendo ser consideradas localmente raras. Juntas elas representaram 0,42% do número total de indivíduos amostrados e 0,87% do VI total. *Aspidosperma macrocarpa*, *Dimorphandra mollis*, *Myrcia ochroides*, *Eugenia sp.1*, *Hancornia speciosa*, *Rourea sp.*, *Tachigali paniculata*, *Aegiphila ihotskiana*, *Miconia pohliana*, *Eugenia sp.2* e *Erythroxylum sp.*, apresentaram apenas um indivíduo nos dois hectares de Cerrado Típico amostrados. Tal fato lhes confere também, a característica de presença rara no local estudado. Juntas estas espécies representam 19,30% do total da comunidade, 0,58% do número total de indivíduos amostrados e 1,14% do VI total.

No Cerrado Ralo, as três espécies de maiores VI representaram 9% do total de espécies encontradas na área, ao passo que 26 espécies (cerca de 76%), apresentaram VI inferior a 10% do máximo registrado (23,65), caracterizando-as como pouco comuns. Nesta fitofisionomia, *Salvertia convallariodora*, *Enterolobium gummiferum*, *Andira vermifuga*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Handroanthus ochraceus*, *Qualea parviflora* e *Agonandra brasiliensis*, que representaram cerca de 23% do total de espécies da comunidade, apresentaram apenas um indivíduo por hectare sendo, portanto, consideradas raras no local. Raras também foram *Macherium opacum*, *Dimorphandra mollis*, *Acosmium sp.*, *Aspidospermas tomentosum*, *Byrsonima sp.2*, *Lafoensia pacari*, *Myrcia guianensis*, *Rourea induta*, *Bowdichia virgilioides*, *Psidium pohlianum*, *Connarus suberosus*, *Eugenia sp.1* e *Byrsonima sp.*, que apresentaram apenas um indivíduo nos dois hectares de Cerrado Ralo amostrados.

Observa-se, portanto, fitofisionomias caracterizadas pela presença de poucas espécies dominantes, de modo que as espécies pouco comuns ou raras apresentaram pequena contribuição na ocupação do espaço. Deste modo, sustenta-se aqui, o padrão de diversidade claramente observado para cerrados, onde o estrato lenhoso desta vegetação se caracteriza pela presença de poucas espécies comuns, sendo enriquecido pelo elevado número de espécies raras (Ratter et al. 2003). Conforme Haridasam (2005), a maioria dos levantamentos realizados em Cerrado *sensu stricto* comprova que menos da metade de todas as espécies encontradas são responsáveis por mais de 75% do número de indivíduos e área basal da comunidade.

O índice de equitabilidade no Cerrado Ralo, por sua vez, foi de 0,49, sendo considerado baixo, o que mais uma vez reforça o padrão de densidades divergentes entre as espécies desta fitofisionomia. Para o Cerrado Típico a equitabilidade foi estimada em 0,82, demonstrando maior uniformidade de distribuição dos indivíduos na área quando comparada ao Cerrado Ralo. Conforme Magurran (2011), a uniformidade pode ser utilizada para auxiliar a definir e discriminar comunidades ecológicas distintas. Como esperado, assumindo o valor de 1,97, a diversidade estimada pelo índice de Shannon no Cerrado Ralo, foi também inferior à calculada para o Cerrado Típico (2,91), visto que a redução do número de espécies ou redução das uniformidades das densidades diminui a diversidade calculada por este índice. O valor de diversidade estimado para o Cerrado Típico se aproximou do limite inferior do intervalo de diversidade verificado para 15 áreas amostradas na Chapada Pratinha, Chapada dos Veadeiros e Espigão Mestre do São Francisco, onde o índice de Shannon variou de 3,04 a 3,73, a riqueza de 55 a 97 e o índice de Pielou de 0,75 a 0,88 (FELFILI et al., 1994, 2004, 2007). Sendo assim, a diversidade alfa para o Cerrado Ralo foi baixa quando comparada à do Cerrado Típico e outros trabalhos realizados com metodologia similar para áreas de Cerrado

sensu stricto no Brasil Central (Felfili et al, 1994, 2004, 2007). Em outras localidades, Carvalho & Marques-Alves (2008), trabalhando com Cerrado Ralo, verificaram índice de Shanom de 1,353 . Já Mendonça et al. (2008), verificaram diversidade estimada em 3,04, enquanto Sinimbu et al. 2007 constatou 2,83 para esta fitofisionomia.

Quando comparadas pelo índice qualitativo de *Sorensen*, as duas fitofisionomias apresentaram alta similaridade (0,73). Ao compara-lás pelo índice quantitativo de *Morisita*, verificamos que houve aumento (0,75) da similaridade entre áreas, indicando que são similirae tanto na estruta, quanto na composição florística, e que se distinguem mais pela composição de espécies do que pela estrutura populacional.

Diferenças florísticas entre as duas áreas são prováveis devido à caraterísticas ambientais locais distintas, como do solo e posição no terreno, que podem modificar a drenagem. Silva (2011), ao estudar a relação das fitofisionomias com os solos presentes nas Fazendas Trijunção, apontou a presença do Cerrado Ralo associado a solos areno-siltosos, enquanto que a presença do Cerrado Típico parece estar mais associada à presença de solos com teor de argila um pouco mais elevado. De acordo com Ribeiro & Walter (2008), as condições edáficas, o pH, saturação de alumínio, fertilidade, condições hídricas, profundidade do solo, frequência de queimas e ações antrópicas são fatores que influenciam na densidade arbórea do Cerrado *sensu stricto*, refletindo na estrutura da vegetação, na distribuição espacial dos indivíduos e na florística.

É importante observar que apesar do grande compartilhamento de espécies entre as fitofisionomias, a maioria dessas espécies compartilhadas ocorreu em densidades muito distintas nos dois cerrados, ora ocorrendo mais densas no Cerrado Típico, ora no Cerrado Ralo, predominando densidades mais elevadas no Cerrado Típico (Figura 8), com exceção de *Kielmeyera coriacea*, *Kielmeyera petiolaris*, *Hancornea speciosa*, *Tabebuia aurea* e *Palicourea rigida*, que ocorreram em maior densidade no Cerrado Ralo. Para Felfili & Silva Júnior (2005), no Cerrado ocorre grande sobreposição na ocorrência de espécies, sendo a diferença entre as comunidades dada principalmente pelo tamanho das populações. Conforme Oliveira Filho et al. (1989), a posição ocupada por uma espécie dentro da comunidade está diretamente relacionada às condições ambientais circundantes, sendo que uma espécie pode ocorrer melhor adaptada a uma área do que outra.

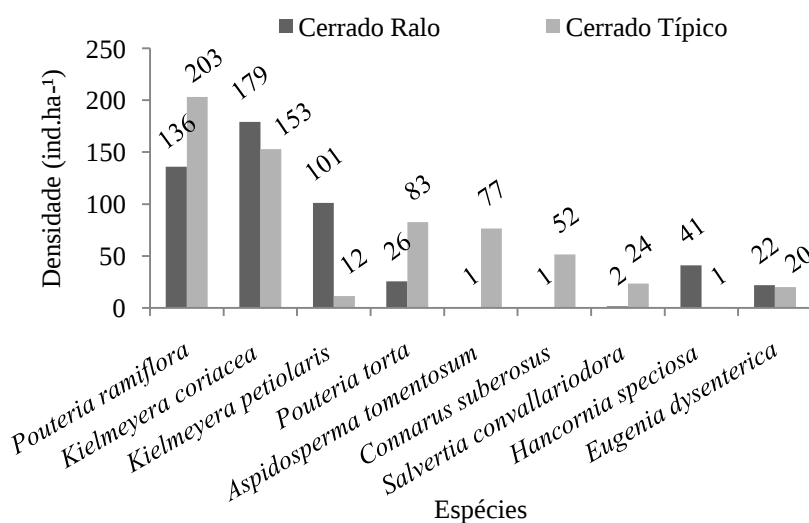


Figura 8: Comparação da densidade de algumas espécies comuns ao Cerrado Ralo e ao Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

No Cerrado Típico, a densidade foi de 952 ind.ha⁻¹ com área basal de 7,85 m².ha⁻¹. Os valores observados se encontram nos intervalos definidos por Felfili (2008) para unidades fisiográficas onde predominam os Neossolos Quartzarênicos, Litossolos, Cambissolos e solos concrecionários. Conforme a autora, cerrados desenvolvidos sobre estes tipos de solos apresentam densidades inferiores ao limite de 1.000 ind.ha⁻¹ verificado para Cerrados *sensu stricto* sobre Latossolos. Deste modo, o intervalo de 400 a 1.000 ind.ha⁻¹ é considerado representativo para cerrados da Região do Espigão Mestre do São Francisco. Para a área basal, considera-se representativa para estes cerrados, a faixa de 3 a 8 m².ha⁻¹, enquanto cerrados em unidades fisiográficas com predomínio de Latossolos apresentam valores superiores a 8 m².ha⁻¹. Na área avaliada de Cerrado Ralo, a densidade de indivíduos foi de 556 ind.ha⁻¹ com área basal de 3,45 m².ha⁻¹. Estes valores encontram-se nos limites inferiores das faixas representativas propostas por Felfili (2008). Sendo assim, a baixa densidade aliada ao pequeno porte das árvores, configura um estrato arbóreo menos denso que o encontrado no Cerrado Típico, sendo, conforme Ribeiro & Walter (2008), característico de um Cerrado Ralo em ausência de afloramentos rochosos, onde um estrato graminoso se destaca. Sustentando os resultados encontrados, estes autores caracterizam o Cerrado Ralo pela menor densidade em relação aos subtipos Típico e Denso, porém com florística semelhante. Para Felfili & Felfili (2001), a densidade é o fator mais relevante para a diferenciação entre áreas de Cerrado *sensu stricto*, constituindo-se em importante item a ser observado para conservação desses ecossistemas. Sendo assim, conclui-se que os valores de densidade e área basal encontrados para as fitofisionomias estudadas estão dentro da faixa encontrada em trabalhos com metodologia padronizada para o Cerrado *sensu stricto*, demonstrando que esta áreas são bastante representativa destas fitofisionomias em termos estruturais.

A estrutura diamétrica das duas fitofisionomias obedeceram ao padrão de distribuição exponencial negativo, ou J-reverso, com a maioria dos indivíduos concentrados nas três primeiras classes de diâmetro, somando 96,33% do número total de indivíduos amostrados no Cerrado Típico (Figura 9) e 97,52% do total de indivíduos amostrados no Cerrado Ralo (Figura 10). Felfili et al. (2001) observou que nos cerrados estudados na Região do Espigão Mestre do São Francisco, mais de 50% dos indivíduos apresentaram diâmetros inferiores a 10cm e mais de 95% inferiores a 25 cm. Os autores afirmam que pequena proporção de indivíduos (em torno de 0,5%) consegue atingir diâmetros superiores a 30 cm. Ao comparar a estrutura diamétrica das duas fitofisionomias estudadas, pelo teste de Kolmogorovi-Sminorv ($p < 0,05$) observou-se que as comunidades estudadas não apresentam diferenças significativas quanto à estrutura diamétrica do estrato arbóreo.

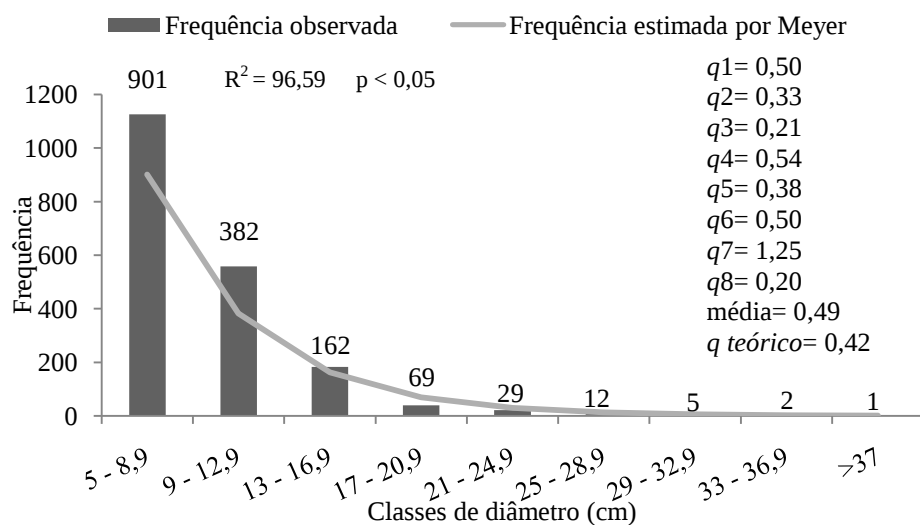


Figura 9: Estrutura diamétrica ajustada ao modelo exponencial negativo de Meyer e quocientes “q” De Liocurt do Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

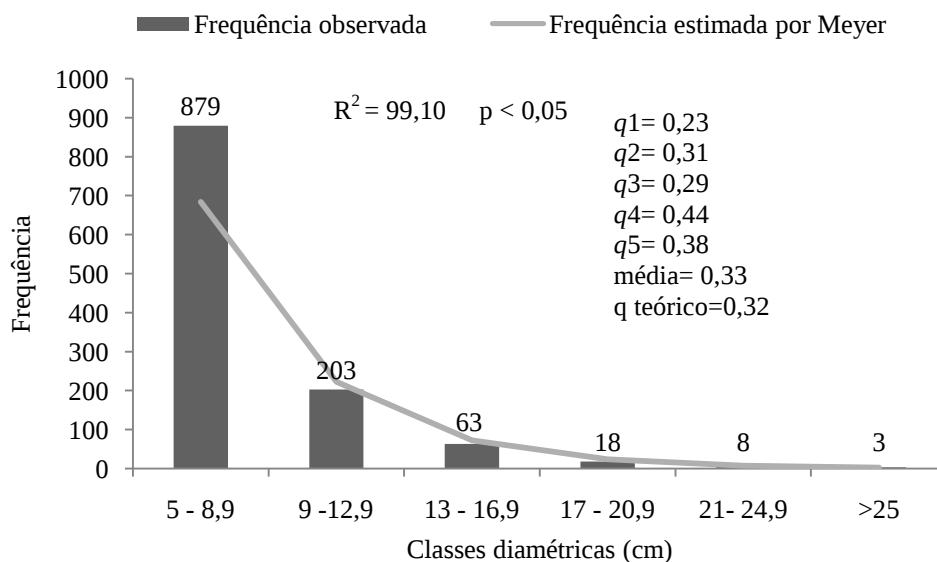


Figura 10: Estrutura diamétrica ajustada ao modelo exponencial negativo de Meyer e quocientes “q” De Liocurt do Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Quando se observa os valores do quociente De Liocour “ q ” ao longo das classes diamétricas, verifica-se que as comunidades se apresentam estruturalmente irregulares. Entretanto, o decréscimo da frequência de indivíduos nas classes diamétricas e o bom ajuste do modelo exponencial negativo de Meyer, evidenciado pelo elevado R^2 , indicam conforme Bernasol & Lima-Ribeiro (2010), estruturas diamétricas tendendo ao equilíbrio, ainda que com sinais de irregularidade. Para Harper *apud* Felfili & Silva Júnior (1988), a maioria das florestas naturais não apresenta distribuição equilibrada, mas convergem para isto. Sendo assim, o padrão de distribuição dos indivíduos em “J-reverso” revela o balanço positivo entre recrutamento e mortalidade, caracterizando essas comunidades como auto-regenerativa (Silva Júnior, 2005). Conforme Scolforo et al. (1998), a maior concentração de indivíduos nas classes diamétricas inferiores consiste em padrão típico de vegetações naturais estáveis com idade e composição de espécies variadas. À medida que se aumenta o tamanho da classe, a frequência diminui até atingir seu menor índice na maior classe diamétrica. Deste modo, podemos confirmar que as fitofisionomias aqui estudadas apresentam padrão estrutural condizente com o observado para vegetações naturais não perturbadas, e inferir que, se não perturbadas, são capazes de garantir o fluxo de indivíduos das primeiras classes para as últimas, mantendo a estrutura da comunidade independente da composição de espécies.

Em relação à distribuição das alturas, as duas fitofisionomias se caracterizaram pela presença de indivíduos de pequeno porte. No Cerrado Típico 87% dos fustes mensurados tiveram altura entre 1 e 4 metros, enquanto no Cerrado ralo mais de 95% dos indivíduos pertenceram a esta classe de altura (Figura 11). No Cerrado Típico a altura máxima encontrada foi de 9,5 m, correspondente a um indivíduo de *Myrocarpus fastigiatus*, responsável também pelo maior diâmetro registrado (37 cm). A altura mínima foi de 1 m. A altura média foi de 2,83 m (com desvio padrão de 1,06 m) corroborando com Ribeiro & Walter (2008), ao afirmar que a altura média no Cerrado Típico varia de 3 a 6 metros. No Cerrado Ralo apenas dois indivíduos de *Pouteria torta* e um de *Salvertia convallariodora* apresentaram diâmetro superior a 25 cm. A altura média nesta fitofisionomia foi de 2,43 m (com desvio padrão de 0,76 m) corroborando com Ribeiro & Walter (2008), ao dizer que a altura média nesta fitofisionomia varia em geral de 2 a 3 metros. A altura mínima registrada foi de 1 m e a máxima de 8 m para um indivíduo de *Salvertia convallariodora*. Em relação às espécies, a maioria apresentou pequeno porte, em torno de 2 e 3 metros (Figura 12), sustentando mais uma vez as características típicas da estrutura destas fitofisionomias (Felfili & Silva Júnior, 1988).

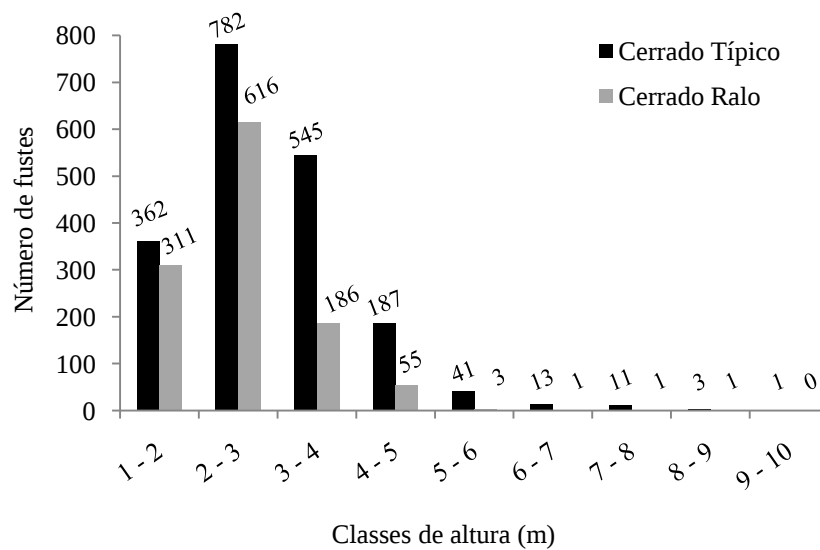


Figura 11: Distribuição das alturas dos indivíduos lenhosos ($D_{30\text{cm}} \geq 5\text{cm}$) no Cerrado Típico e no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

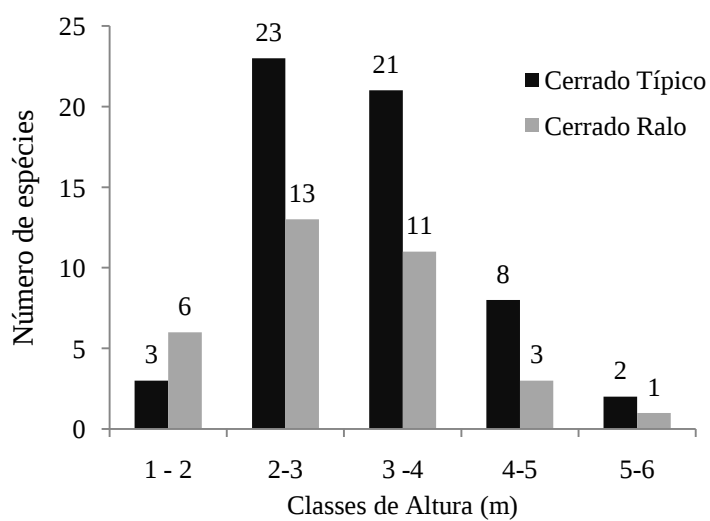


Figura 12: Distribuição das alturas das espécies no Cerrado Típico e no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

4 CONCLUSÕES

As duas fitofisionomias apresentaram diferenças florísticas e estruturais. O Cerrado Típico apresentou maior riqueza, densidade, dominância e diversidade do componente arbóreo em relação ao Cerrado Ralo. Nos dois cerrados estudados a família Fabaceae apresentou maior número de espécies, seguida de Myrtaceae e Vochysiaceae. Do total de 91 espécies registradas nas duas fitofisionomias, 33 espécies foram compartilhadas entre elas, sendo 24 de ocorrência exclusiva no Cerrado Típico e apenas uma exclusiva no Cerrado Ralo. Embora compartilhem elevado número de espécies, estas ocorrem em densidades bastante distintas nas duas fitofisionomias.

Os descritores fitossociológicos revelaram comunidades caracterizadas pela presença de poucas espécies dominantes, onde a maioria pode ser considerada como pouco comuns e raras. As estruturas diamétrica e hipsométrica evidenciaram vegetações equilibradas e compostas predominantemente por indivíduos de pequeno porte.

A caracterização destas amostras do estrato arbóreo de cerrados integrantes do Sistema Aquífero Urucuai na região do oeste baiano, mostra por meio dos descritores avaliados, a relevante riqueza e diversidade presente nestas áreas. Suas características em termos de composição e participação das espécies nas comunidades aqui estudadas, aliada à posição geográfica estratégica para conservação, confirmam relevância ecológica dessas áreas e apontam a possibilidade de uso sustentável de cerrados que compartilham características semelhantes aos daqui estudados, contribuindo para melhor compreensão e conservação do bioma Cerrado.

CAPÍTULO II

ESTIMATIVA DOS ESTOQUES AÉREOS DE BIOMASSA SECA E CARBONO EM CERRADO TÍPICO E CERRADO RALO DESENVOLVIDOS SOBRE A FORMAÇÃO URUCUIA, NO OESTE DA BAHIA

RESUMO

Neste capítulo foram estimados os estoques aéreos totais de biomassa seca e de carbono em Cerrado Típico e Cerrado Ralo localizados no município de Jaborandi, oeste baiano, onde se desenvolvem associados à Formação Urucuia. Amostras destrutivas foram tomadas em campo para a quantificação da biomassa armazenada nos compartimentos arbóreo, herbáceo-arbustivo e serrapilheira das duas fitofisionomias estudadas. A amostragem dos compartimentos herbáceo-arbustivo e serrapilheira foi realizada em 20 parcelas respectivamente de 4 m² (2 x 2 m) e 1 m² (1 x 1 m) dispostas arbitrariamente nas áreas estudadas. Para amostragem do compartimento arbóreo, foram cortadas e pesadas 90 árvores no Cerrado Típico e 60 árvores no Cerrado Ralo, possibilitando o ajuste de modelos matemáticos para estimativa dos estoques de biomassa seca e de carbono no compartimento arbóreo dessas fitofisionomias. Com base nas medidas de precisão e distribuição residual, as equações provenientes dos modelos de *Schumacher* e *Hall* (logaritimizada) ($R^2 = 93,53\%$ $S_{xy} = 44,92\%$) e *Schumacher* e *Hall* ($R^2 = 94,55\%$ $S_{xy} = 30,50\%$) foram respectivamente escolhidas para estimar os estoques de biomassa seca e de carbono no compartimento arbóreo do Cerrado Típico e Cerrado Ralo. A biomassa aérea total no Cerrado Típico foi de 19,30 t.ha⁻¹, correspondendo a um estoque total de 9,65 t.ha⁻¹ de carbono, onde o compartimento arbóreo foi responsável pela maior parte dos estoques (56%), seguido da serrapilheira (25%) e herbáceo-arbustivo (19%). No Cerrado Ralo, os estoques aéreos totais de biomassa e de carbono foram respectivamente de 12,99 t.ha⁻¹ e 6,50 t.ha⁻¹. Nesta fitofisionomia, observou-se que a maior parte dos estoques está concentrada no compartimento herbáceo-arbustivo (42%), o qual é composto predominantemente por gramíneas, onde o compartimento arbóreo respondeu pela menor parte dos estoques (27%), precedido da serrapilheira (29%). Os valores observados se encontram no intervalo verificado para outras áreas de Cerrado estudadas no Brasil, demonstrando que os valores verificados para cerrados influenciados pela Formação Urucuia na Região do Espigão Mestre do São Francisco parecem estar no limite inferior deste intervalo, assemelhando-se com áreas amostradas sobre Neossolos Quartizarênicos.

Palavras chave: Formações savânicas, Modelos de biomassa, Estoque de carbono.

ABSTRACT

In this chapter were estimated the total aboveground stocks of dry biomass and carbon of a cerrado *sensu strictotípico* and of a cerrado *sensu strictorale* located in the municipality of Jaborandi, west of Bahia, where they develop associated to Urucuia's geological formation. Destructive samples were taken in the field to quantify the biomass stored in woody, herbaceous-shrubby and leaf litter compartments of the two cerrado studied. The sampling of herbaceous-shrubby and leaf litter compartments was performed by 20 plots respectively of 4m² (2x2m) and 1m² (1x1m) arranged arbitrarily in the studied areas. For sampling of the woody compartment were cut and weighted 90 trees in the typical cerrado and 60 trees in the cerrado ralo allowing the adjustment of mathematical models to estimate the stocks of dry biomass and carbon in the woody compartment of these vegetation types. Based on accuracy measurements and residual distribution, the equations from *Schumacher and Hall* models (logarithm) ($R^2 = 93.53\%$ $S_{xy} = 44.92\%$) and *Schumacher and Hall* ($R^2 = 94.55\%$ $S_{xy} = 30.50\%$) were respectively chosen to estimate the stocks of dry biomass and carbon in the woody compartment of the cerrado típico and cerrado ralo. The total aboveground biomass in cerrado típico was 19.30 t.ha⁻¹, corresponding to a total stock of 9.65 t.ha⁻¹ of carbon, where the woody compartment was responsible for most part of the stocks (56%), followed by leaf litter (25%) and herbaceous-shrubby (19%). In the cerrado ralo, the total aboveground biomass and carbon were respectively 12.99 t.ha⁻¹ and 6.50 t.ha⁻¹. In these cerrado it was observed that most part of the stocks is concentrated in the herbaceous-shrubby compartment (42%), which is composed predominantly of grasses, where the woody compartment accounted for the lowest share of the stocks (27%), followed by the leaf litter (29%). The observed values are in the range observed for other areas of cerrado studied in Brazil, showing that the values recorded for cerrado influenced by Urucuia's geological formation in the middle São Francisco region appear to be at the lower end of this range, resembling with sampled areas on Neossolos Quartizárênicos.

Keywords: Savannic formations, Biomass models, Carbon stock.

1 INTRODUÇÃO

A história de ocupação e uso do Cerrado revela intensa pressão antrópica neste bioma, que traduzida em mudanças drásticas no uso do solo pela gestão insustentável de seus recursos ambientais, trouxe elevado grau de perturbação ao bioma. Por sua grandeza em extensão, diversidade biológica e potencial hídrico, o bioma Cerrado apresenta papel fundamental para a biodiversidade e qualidade ambiental global (Oliveira & Marquis, 2002; MMA 2011), ao exibir funções indispensáveis à geração de serviços ambientais essenciais, dentre os quais destacamos aqui, a capacidade de armazenar em sua biomassa expressivas quantidades de carbono. Deste modo, fica evidente a importância de estudar e conhecer o comportamento das áreas de vegetação remanescentes no bioma em relação a este serviço ambiental. O reconhecimento de padrões característicos desses ambientes e a mensuração precisa de variáveis indispensáveis às práticas de manejo sustentável, bem como ao licenciamento ambiental consciente, são imprescindíveis para alcançar medidas conservacionistas para o bioma altamente ameaçado.

Conforme Paiva et al. (2011), a falta de estudos relacionados à quantificação da biomassa total no Cerrado compromete o entendimento do processo de conversão do CO₂ no bioma. Para as formações savânicas, Rezende (2006) aponta que tais estimativas precisas são escassas, principalmente devido à grande diversidade de espécies, à alta variabilidade existente entre indivíduos de uma mesma espécie, além da grande variação na forma do tronco e copa dos indivíduos. Concomitante à natural variabilidade intrínseca das árvores de qualquer área ocupada por vegetação savânica de Cerrado, está também as reconhecidas variações na composição e estrutura em áreas de Cerrados *sensu stricto* que se desenvolvem em distintas unidades de terra e sobre diferentes tipos de solos (Felfili et al. 2004). Além daquela variação facilmente perceptível para os subtipos desta fisionomia, classificados em denso, típico, ralo e rupestre.

No entanto, a literatura mostra que a grande maioria dos estudos que visam quantificar biomassa e carbono nestes ambientes concentra-se em áreas no DF e em MG, referindo-se na maior parte ao subtipo Cerrado Típico, desenvolvido sobre Latossolos (Ribeiro et al. 2011; Paiva et al., 2011; Rezende et al., 2006). Para outras fitofisionomias e áreas de Cerrado *sensu stricto* no oeste baiano, hoje intensamente pressionados pela mudança no uso do solo, são escassos trabalhos desta natureza. Neste sentido, o presente capítulo visa estimar a partir de dados coletados em campo, os estoques aéreos totais de biomassa seca e de carbono para os compartimentos arbóreo, herbáceo-arbustivo e serrapilheira em Cerrado Típico e Cerrado Ralo na região do Espigão Mestre do São Francisco, oeste da Bahia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A biomassa armazenada nas duas fitofisionomias estudadas foi quantificada separadamente por compartimento vegetal. Deste modo, cada compartimento (arbóreo, herbáceo-arbustivo, serrapilheira) contou com uma metodologia específica de amostragem.

2.1 Amostragem do compartimento arbóreo

Foram considerados os indivíduos lenhosos com $D_{30\text{cm}} \geq 5$ cm. As árvores amostradas para quantificação da biomassa deste compartimento nas duas fitofisionomias, foram selecionadas com base na estrutura diamétrica de cada comunidade, conforme a caracterização abordada no Capítulo 1. Além disso, a escolha dos indivíduos buscou contemplar também as espécies ocorrentes em cada fitofisionomia, sendo amostradas principalmente aquelas de maiores VI em cada cerrado estudado, bem como outros exemplares de espécies de menores VI, visando garantir amostra representativa do estrato arbóreo desses ambientes.

Ao serem escolhidos e localizados em campo, os indivíduos eram mensurados, determinando-se as circunferências à altura do solo ($C_{30\text{cm}}$) e à altura do peito ($CAP_{1,30\text{m}}$) com uso de fita métrica. Posteriormente eram abatidos a 30 cm do solo e posicionados sobre uma lona, onde a altura total da árvore era mensurada com trena (Figura 13A). Tomadas as medidas diamétricas, iniciava-se a pesagem de seus componentes separadamente (folhas, galhos finos, galhos grossos e tronco) (Figura 13). Os indivíduos que apresentavam flores e frutos tinham também estes componentes pesados. Ressalta-se que não houve critério de inclusão para mensuração da biomassa de galhos, sendo a biomassa obtida para o indivíduo inteiro, considerando todos os componentes presentes. Primeiramente as folhas eram coletadas e pesadas para obtenção do peso de matéria úmida (Figura 13B). A quantificação da massa dos galhos finos era feita após a retirada das folhas (Figura 13C). Sucessivamente eram quantificadas as massas de galhos grossos e do tronco. Para pesagem do material, foram utilizadas balanças com diferentes capacidades (20, 45, 50 e 100 kg) (Figuras 13D e 13E). Depois de pesados, amostras de cada componente eram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos com respectiva identificação para obtenção do peso de matéria seca em laboratório (Figuras 13H e 13I). Dos troncos foram retirados discos nas posições 0,30 m, na metade da altura total e na altura total, para secagem em laboratório (Figuras 13F e 13G).

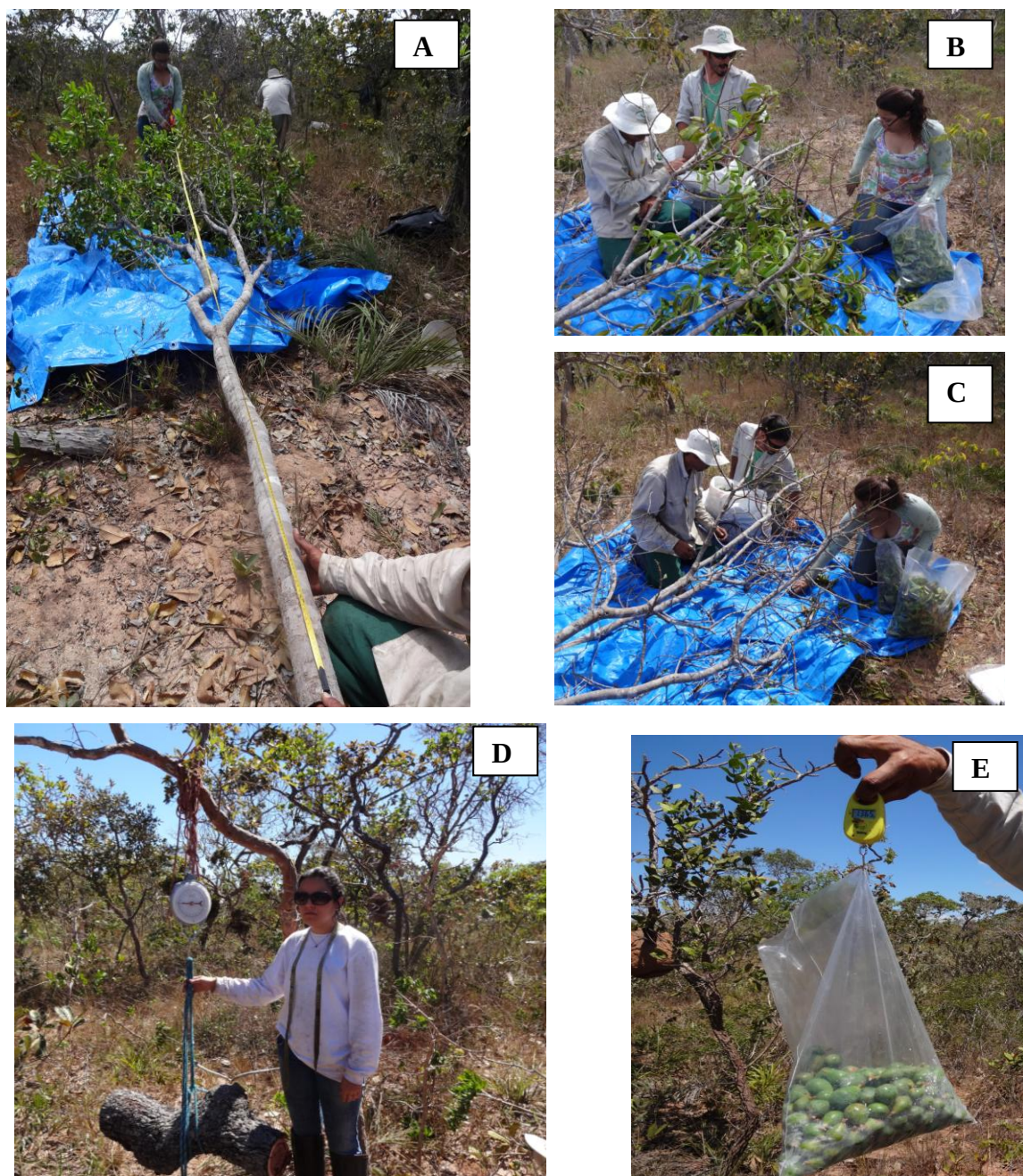


Figura 13: Procedimentos realizados em campo para determinação da biomassa do compartimento arbóreo das fitofisionomias estudadas em Jaborandi, BA. A = Medição da altura total. B = Coleta e pesagem da massa de folhas. C = Coleta e pesagem da massa de galhos. D = Pesagem da massa do tronco. E = Pesagem da massa de frutos. F = Coleta dos disco do tronco. G = Discos dos tronco coletados em três posições. H = Componentes separados. I = Amostras ensacadas. (continua)

Figura 13. Continuação



2.2 Amostragem do compartimento herbáceo-arbustivo

Foram considerados os indivíduos lenhosos de aspecto arbustivo conforme caracterização visual das áreas, a vegetação rasteira, incluindo pequenas ervas, palmeiras acaule (*Syagrus petrea*) e gramíneas, bem como indivíduos lenhosos da regeneração natural do compartimento arbóreo, que apresentavam $D_{30\text{cm}} < 5$ cm e altura total inferior a 1 m. Deste modo, foram alocadas arbitrariamente dentro de cada uma das 20 parcelas (20 x 50 m) utilizadas no inventário florestal (Capítulo 1), uma sub-parcela de 2 x 2 m onde realizou-se a amostra para a quantificação da biomassa deste compartimento (Figura 14). Dentro destas sub-parcelas todo o material presente, de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos, foi cortado e pesado. O material quantificado era separado nos componentes folhas, galhos e gramíneas, predominando no caso do Cerrado Ralo a presença de gramíneas (Figura 14). Amostras homogêneas de cada componente foram tomadas para obtenção do peso de matéria seca em laboratório.

Também foram considerados parte do compartimento herbáceo-arbustivo, os indivíduos da espécie *Vellozia squamata*, popularmente conhecidos como canela-de-ema, que são amplamente distribuídos nas duas fitofisionomias consistindo componente relevante desses ecossistemas. Para amostragem desses indivíduos, foram cortados e pesados dez exemplares em cada fitofisionomia estudada, distribuídos nas diferentes classes diamétricas de ocorrência (Figuras 14). A amostragem e estimativa da biomassa desta espécie foi possível, pois durante o inventário florestal do estrato arbóreo os indivíduos desta espécie, dentro do critério de inclusão de $D_{30\text{cm}} \leq 5$ cm, também foram mensurados. Isso permitiu conhecer a estrutura diamétrica, densidade e dominância dessa espécie nos dois ambientes estudados, possibilitando as estimativas dos estoques de biomassa seca e carbono. Deste modo, baseado na estrutura diamétrica das populações de *Vellozia squamata*, os dez indivíduos amostrados desta espécie, em cada fitofisionomia, foram divididos em dois grupos de acordo com os diâmetros, sendo eles compostos por indivíduos com diâmetros d 5 a 10,5 cm e de 10,5 a 16 cm. Para cada grupo foi calculada a biomassa média, sendo os valores de biomassa média multiplicados pelo número de indivíduos de cada grupo presente em cada parcela do inventário florestal, o que permitiu a estimativa da biomassa por parcela e construção de um intervalo de confiança para estimativa da biomassa total de indivíduos de *Vellozia squamata* com $D_{30\text{cm}} \leq 5$ cm nas duas fitofisionomias estudadas.



Figura 14: Procedimentos realizados em campo para determinação da biomassa do componente herbáceo-arbustivo das fitofisionomias estudadas em Jaborandi, BA.

2.3 Amostragem do compartimento serrapilheira

Para quantificação da biomassa presente na serrapilheira foi utilizado gabarito de aço de 1 x 1 m, o qual era arbitrariamente estabelecido no interior de cada uma das 20 parcelas (20 x 50 m) do inventário florestal alocadas em cada fitofisionomia (Figura 15). Vale ressaltar que a escolha dos pontos para coleta deste material buscou contemplar a irregularidade de distribuição da serrapilheira nestes ambientes, onde ocorre ora concentrada sobre o raio de copa das espécies arbóreas, ora nas partes abertas da paisagem. O material coletado dentro da moldura era pesado e amostras eram coletadas para obtenção do peso de matéria seca em laboratório.



Figura 15: Procedimentos utilizados em campo para determinação da biomassa de serrapilheira na fitofisionomias estudadas em Jaborandi, BA.

2.4 Preparo do material para análise em laboratório

A coleta e preparação das amostras dos materiais frescos, para posterior determinação dos teores de matéria seca, foram específicas para cada compartimento vegetal, como mostrado anteriormente. As amostras de diferentes pesos foram guardadas em sacos plásticos devidamente lacrados e com devida identificação, e posteriormente foram acondicionadas em geladeira e freezers até serem enviados ao Laboratório de Estudos e Pesquisas em Reflorestamento (LAPER) da UFRRJ.

A partir das amostras oriundas do campo, foram preparadas as amostras para as determinações do peso de matéria seca. Conforme ilustrado na Figura 16, foi utilizada balança digital para pesagem de uma alíquota de cada material vegetal, anotando-se o valor e a identificação correspondente ao material de origem. As amostras, com massa conhecida, foram desidratadas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura em torno de 70 °C, até a obtenção de massa constante (Figura 16). A biomassa seca de cada amostra mensurada em campo foi obtida conforme seguinte expressão (Soares et al., 2006):

$$PS(c) = \frac{PU(c).PS(a)}{PU(a)}$$

Em que:

PS(c) = biomassa seca, em kg;

PU(c) = peso de matéria úmida de folhas, galhos e raízes, em kg;

PU(a) = peso de matéria úmida da amostra levada ao laboratório, em kg;

PS(a) = peso de matéria seca da amostra seca em laboratório, em kg.



Figura 16: Procedimentos realizados em laboratório para determinação do peso de matéria seca das amostras coletadas em campo.

O teor de carbono para os compartimentos arbóreo e herbáceo-arbustivo foi calculado considerando que este representa 50% da biomassa seca total (Bodig & Jayne, 1993 *apud* Rezende et al., 2006). Para serrapilheira, a concentração de carbono foi considerada 44,36% da biomassa, conforme teor médio de carbono encontrado para amostras de serrapilheira em Cerrado *sensu stricto* na bacia do rio São Francisco, em MG (Morais, 2012).

2.5 Ajuste dos modelos matemáticos para estimativa da biomassa e carbono

A partir dos dados de biomassa seca e carbono obtidos para o compartimento arbóreo, foram ajustados modelos alométricos para a estimativa de tais estoques por indivíduo de forma indireta (não destrutiva), em função das variáveis diâmetro (D_{30cm} ou $DAP_{1,30m}$) e altura, bem como suas combinações. Para tanto, foram testados diferentes modelos lineares e não lineares, conforme apresentados por Scolforo et al. (2008) (Tabela 6).

Tabela 6: Modelos estatísticos testados para estimar os estoques em biomassa seca e carbono das árvores individuais nas duas fitofisionomias estudadas em Jaborandi, BA.

Autor	Modelo
<i>Hohenald - Krenm</i>	$y = \beta_0 + \beta_1(d) + \beta_2(d^2) + \varepsilon$
<i>Brenac</i>	$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2(1/d) + \ln \varepsilon$
<i>Spurr</i>	$y = \beta_0 + \beta_1 d^2 h + \varepsilon$
<i>Schumacher-Hall</i>	$y = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2} + \varepsilon$
<i>Schumacher-Hall (logarítm</i>	$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2 \ln(h) + \ln \varepsilon$
<i>Honner</i>	$y = \frac{d^2}{\beta_0 + \beta_1 \frac{1}{H}} + \varepsilon$
<i>Ogaya</i>	$y = d^2(\beta_0 + \beta_1 h) + \varepsilon$
<i>Stoate</i>	$y = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 h + \varepsilon$
<i>Naslund</i>	$y = \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 d h^2 + \beta_4 h^2 + \varepsilon$
<i>Takata</i>	$y = \frac{d^2 h}{\beta_0 + \beta_1 d} + \varepsilon$
<i>Spurr (logarítmica)</i>	$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln(d^2 h) + \varepsilon$
<i>Meyer</i>	$y = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 d h + \beta_4 d^2 h + \beta_5 h + \varepsilon$

y = Biomassa seca (kg)/Carbono (kg); d = D_{30cm} / $DAP_{1,30m}$ e h = altura total.

Os modelos lineares foram ajustados no programa *Microsoft Excel* por meio de análise de regressão, utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários para a estimativa dos parâmetros (Scolforo, 2005). Os modelos não lineares foram ajustados por iterações, no programa *Statgraphics*. A escolha do melhor modelo baseou-se no coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{ajust.}$), na significância dos coeficientes a 95% de probabilidade, no erro padrão de estimativa em termos percentuais ($S_{xy}\%$) e na distribuição gráfica dos resíduos (Scolforo, 2005).

Para os modelos com variável dependente transformada, foi necessário retransformar o erro padrão residual, corrigindo-o na escala original da variável dependente. O novo erro padrão residual foi obtido da seguinte forma (Scolforo, 2005) :

$$novoSyx = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \widehat{y_i})^2}{n - p - 1}}$$

Em que:

$novo Syx$ = erro padrão residual;
 y_i = valor observado da variável dependente;
 $\widehat{y_i}$ = valor estimado da variável dependente;
 n = número de dados ajustados
 p = número de variáveis independentes do modelo

2.6 Estimativa dos estoques de biomassa seca e carbono

Para os compartimentos herbáceo-arbustivo e serrapilheira, os valores de biomassa úmida obtidos em campo foram convertidos em quantidade de biomassa seca por hectare a partir dos teores de matéria seca determinados em laboratório. Para estimar os estoques em biomassa seca e carbono do compartimento arbóreo, foram aplicadas as equações alométricas escolhidas aos dados amostrados do compartimento arbóreo no inventário florestal (Capítulo 1), permitindo estimar os estoques tanto por hectare, quanto por indivíduos, espécies e classes diamétricas nas duas comunidades.

Os estoques totais de biomassa e carbono em cada compartimento foram comparados entre as duas fitofisionomias estudadas por meio do teste $t(\alpha = 0,05)$. Para tanto, os dados foram testados quanto aos pressupostos de normalidade e homogeneidade, por meio da aplicação do teste de Shapiro-Wilk ($\alpha = 0,05$) e teste f ($\alpha = 0,05$), repectivamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ajuste dos modelos para estimar os estoques em biomassa seca e carbono das árvores individuais no Cerrado Típico

A amostra para quantificação da biomassa contida no compartimento arbóreo do Cerrado Típico contou com 90 árvores, distribuídas em seis classes diamétricas (Tabela 7) e entre 15 espécies diferentes.

Tabela 7: Frequência de indivíduos arbóreos amostrados por classe diamétrica para quantificação da biomassa por método direto no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

Classes de Db _(30cm)	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)	Frequência de árvores amostradas
5,0 - 8,9	1275	60	23
9,0 - 12,9	587	27,62	22
13,0 - 16,9	185	8,71	17
17,0 - 20,9	39	1,84	15
21,0 - 24,9	21	0,99	7
>24,9	18	0,85	6
Total	2125	100,00	90

As variáveis dependentes (biomassa e carbono) e independentes ($D_{30\text{ cm}}$, $DAP_{1,30\text{ m}}$ e Ht) se correlacionaram positivamente, conforme se observa na Figura 17.

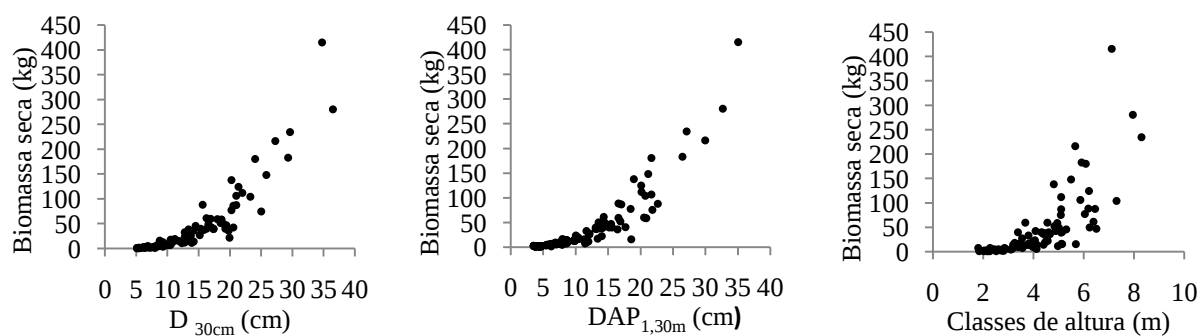


Figura 17: Relação entre variável dependente (biomassa e/ou carbono) e independente ($D_{30\text{cm}}$, $DAP_{1,30\text{m}}$ e Ht), no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

Todos os modelos ajustados para a estimativa de biomassa e carbono em função do $D_{30\text{cm}}$ (cm), foram significativos ($p < 0,05$) (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque em biomassa seca (kg) em função do D_{30cm} (cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Fazenda Guará, Jaborandi, BA.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	R ₂ % (ajust.)	Sxy (kg)	Sxy (%)
Hohenald Krenm: $y = \beta_0 + \beta_1(d) + \beta_2(d^2) + \varepsilon$	18,4337	-4,9134	0,3921	-	-	-	89,14	22,40	49,36
Brenac: $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2(1/d) + \ln \varepsilon$	-3,3781	2,6173	-4,3261*	-	-	-	93,10	22,89	50,41
Spurr: $y = \beta_0 + \beta_1 d^2 ht + \varepsilon$	-1,3638	0,0357	-	-	-	-	87,79	23,76	52,33
Schumacher – Hall (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2 \ln(ht) + \ln \varepsilon$	-4,4389	2,4199	0,8650	-	-	-	94,10	24,93	54,91
Stoate (australiana): $y = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 ht + \varepsilon$	-1,3280	0,1328*	0,01974	-2,8213*	-	-	88,55	23,01	50,68
Naslund: $y = \beta_1 d ab^2 + \beta_2 d^2 ht + \beta_3 d ht^2 + \beta_4 ht^2 + \varepsilon$	-11,1437	0,0457*	0,0553*	-0,1523*	1,3728*	-	88,77	22,78	50,18
Spurr (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d^2 ht) + \varepsilon$	-4,3199	1,1185	-	-	-	-	94,07	25,25	55,61
Meyer: $y = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 d ht + \beta_4 d^2 ht + \beta_5 ht + \varepsilon$	38,8922	-11,2766*	0,5905*	0,6952*	-0,0263*	1,9967*	89,24	22,30	49,12
Honner: $y = d^2 / \beta_0 + \beta_1 (1/ht) + \varepsilon$	1,2374	19,9224	-	-	-	-	88,29	23,26	51,23
Takata: $y = d^2 ht / \beta_0 + \beta_1 d + \varepsilon$	27,847	0,0138	-	-	-	-	87,76	23,78	52,38
Ogaya: $y = d^2 \beta_0 + \beta_1 ht + \varepsilon$	0,04527	0,02845	-	-	-	-	88,02	23,53	51,83
Schumacher – Hall: $y = \beta_0 d^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$	0,02907	2,5280	0,17438	-	-	-	88,98	22,57	49,71

* Coeficientes não significativos ($p > 0,05$)

Tabela 9: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de carbono (kg) em função do D_{30cm} (cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Fazenda Guará, Jaborandi, BA.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	R ₂ % (ajust.)	S _{xy} (kg)	S _{xy} (%)
Hohenald Krenm: $y = \beta_0 + \beta_1(d) + \beta_2(d^2) + \varepsilon$	9,2168	-2,4567	0,1960	-	-	-	89,14	11,20	49,36
Brenac: $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2 (1/d) + \ln \varepsilon$	-4,0713	2,6173	-4,3261*	-	-	-	93,10	11,44	50,41
Spurr: $y = \beta_0 + \beta_1 d^2 ht + \varepsilon$	1,5560	0,0007	-	-	-	-	87,79	11,88	52,33
Schumacher – Hall (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2 \ln(ht) + \ln \varepsilon$	-5,1321	2,4199	0,8650	-	-	-	94,10	12,56	54,91
Stoate (australiana) : $y = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 ht + \varepsilon$	-0,6640	0,0664*	0,0098	-1,41*	-	-	88,55	11,50	50,68
Naslund : $y = \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 ht + \beta_3 d h^2 + \beta_4 ht^2 + \varepsilon$	-5,5718	0,0228*	0,0276	-0,08*	0,6864*	-	88,77	11,39	50,18
Spurr (logarítmica) : $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d^2 ht) + \varepsilon$	-5,0131	1,1185	-	-	-	-	94,07	12,62	55,61
Meyer: $y = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 d ht + \beta_4 d^2 ht + \beta_5 ht + \varepsilon$	19,4461*	-5,6382*	0,2952*	0,348*	-0,013*	0,9984*	89,24	11,15	49,12
Honner: $y = d^2 / \beta_0 + \beta_1 (1/ht)$	2,4750	39,8446	-	-	-	-	88,29	11,63	51,23
Takata: $y = d^2 ht / \beta_0 + \beta_1 d + \varepsilon$	55,6932	0,02765	-	-	-	-	87,76	11,89	52,38
Ogaya: $y = d^2 \beta_0 + \beta_1 ht + \varepsilon$	0,0226	0,0142	-	-	-	-	88,02	11,76	51,83
Schumacher – Hall: $y = \beta_0 d^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$	0,01460	2,5235	0,1799	-	-	-	88,98	11,28	49,71

* Coeficientes não significativos ($p > 0,05$)

O coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{\text{ajust.}}$), variou de 87,76% a 94,10%, o que representa alta correlação existente entre as variáveis dependentes e independentes. Observa-se que as medidas de precisão, bem como os gráficos de distribuição dos resíduos das equações ajustadas para estimativa dos estoques de biomassa seca e carbono foram idênticas, já que a variável estoque de carbono foi considerada como 50% da biomassa (Tabelas 8 e 9, Figura 18).

Os erros padrões percentuais variaram de 49,12% a 55,61%. Conforme Scolforo et al. (2008b), elevados valores decorrem da alta heterogeneidade da amostra, típica de vegetações nativas, sobretudo do Cerrado, onde a variação das copas é muito grande. Para Rezende et al. (2006), valores elevados dos erros padrões percentuais decorrem da variabilidade real da natureza e que esta variabilidade tende a aumentar quando muitas árvores das classes diamétricas superiores são incluídas na amostra. Conforme Delitti et al. (2006), a arquitetura altamente heterogênea das espécies lenhosas de cerrado pode causar grande variabilidade nos valores de biomassa dentro da mesma classe de altura. Conforme estes autores, existe alta variabilidade na arquitetura das copas de indivíduos de uma mesma espécie e classe diamétrica. Além disso, outros fatores como a senescência foliar de algumas espécies, diferenças morfológicas e anatômicas, contribuem para alta variação na biomassa foliar de amostras da vegetação do Cerrado.

Esta elevada diversificação na forma dos troncos e copa típica das árvores do Cerrado é possível ser observada na Tabela 10, que apresenta as características dendrométricas, bem como o comportamento dos respectivos estoques por componente vegetal das árvores-amostra selecionadas para o ajuste dos modelos. Cabe ressaltar que neste trabalho, as equações ajustadas pretendem estimar os estoques em biomassa e carbono contidos em toda a árvore, ou seja, consideram a presença de folhas, galhos finos, galhos grossos, tronco, flores e frutos, o que certamente contribui para a alta variabilidade da amostra.

Tabela 10: Valores mínimos e máximos, média e desvio padrão, relativos às características dendrométricas e diferentes estoques por compartimento das árvores amostradas para o ajuste dos modelos no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

Variáveis	Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão	CV%
D _{30cm} (cm)	36,45	5,09	14,11	6,86	48,68
DAP _{1,30 m} (cm)	35,01	3,50	12,45	6,93	55,66
Ht (m)	8,29	1,80	4,15	1,49	35,90
Peso - folhas (kg)	19,84	0,0350	3,12	4,40	141,02
Peso -galhos finos (kg)	58,32	0,1700	9,02	12,95	143,56
Peso -galhos grossos (kg)	133,40	0,2120	18,66	26,67	142,92
Peso - tronco (kg)	469,16	1,0310	45,54	71,10	156,12
Peso - frutos (kg)	8,03	0,0420	1,24	1,87	150,80
Peso - flores (kg)	2,20	0,040	0,62	0,89	142,62
Peso - total (kg)	557,84	1,5480	76,27	107,15	140,48
Biomassa seca - total (kg)	415,73	0,7836	45,40	68,00	149,77
Carbono (kg)	207,87	0,3918	22,70	34,00	149,77

As equações originadas dos modelos de *Schumacher e Hall* e de *Spurr* logaritmizados apresentaram os maiores valores do coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{\text{ajust.}}$), 94,10% e 94,07% respectivamente, bem como os maiores erros padrões percentuais, 54,91% e 55,61%. Embora tenham apresentado erros percentuais mais elevados que as demais equações ajustadas, quando se observa a distribuição gráfica dos resíduos (Figura 18), percebe-se que estas equações são as que oferecem melhores estimativas das variáveis dependentes, fornecendo estimativas livres de tendenciosidades. De acordo com Scolforo (2005), a distribuição gráfica dos resíduos consiste em uma informação fundamental para a escolha do modelo de regressão ajustado. Para Rufini (2008), estes modelos foram os melhores e mais precisos para estimar a biomassa seca, apresentando coeficiente de determinação variando de 96,5% a 97,51%, com erro padrão percentual entre 38,8% e 52,53%, para estimativa desta variável em três regiões da bacia do rio São Francisco em MG.

O ajuste do modelo de *Brenac* também apresentou bons resultados, com coeficiente de determinação de 93,10%, erro padrão de 50,41% e distribuição gráfica dos resíduos indicando estimativas livres de tendências. Esses resultados são interessantes, pois revelam que a equação ajustada, proveniente deste modelo, é capaz de produzir boas estimativas tendo apenas o diâmetro como variável preditora, podendo ser utilizada caso dados de altura não sejam coletados no inventário. Os demais modelos apresentaram $R^2_{\text{ajust.}}$ inferiores a 90% e tendenciosidades dos resíduos, indicando ineficiência nas estimativas. Deste modo, com base nas medidas de precisão, bem como na dispersão dos resíduos, as equações ajustadas provenientes do modelo de *Schumacher e Hall* (logaritmizado) foram escolhidas para estimar os estoques individuais de biomassa seca e carbono das árvores do Cerrado Típico estudado. Sendo elas:

$$\text{Biomassa seca (kg)} : \ln(BS) = -4,4389 + 2,4199 \ln(d) + 0,8650 \ln(ht)$$

$$\text{Carbono (kg)} : \ln(C) = -5,1321 + 2,4199 \ln(d) + 0,8650 \ln(ht)$$

Em que:

BS = Biomassa seca (kg)

C = Carbono (kg)

d = Diâmetro à 30 cm do solo (cm)

ht = Altura total (m)

Não houve diferença significativa entre os valores observados e estimados pela equação, quando comparados pelo teste t pareado ($\alpha = 0,05$).

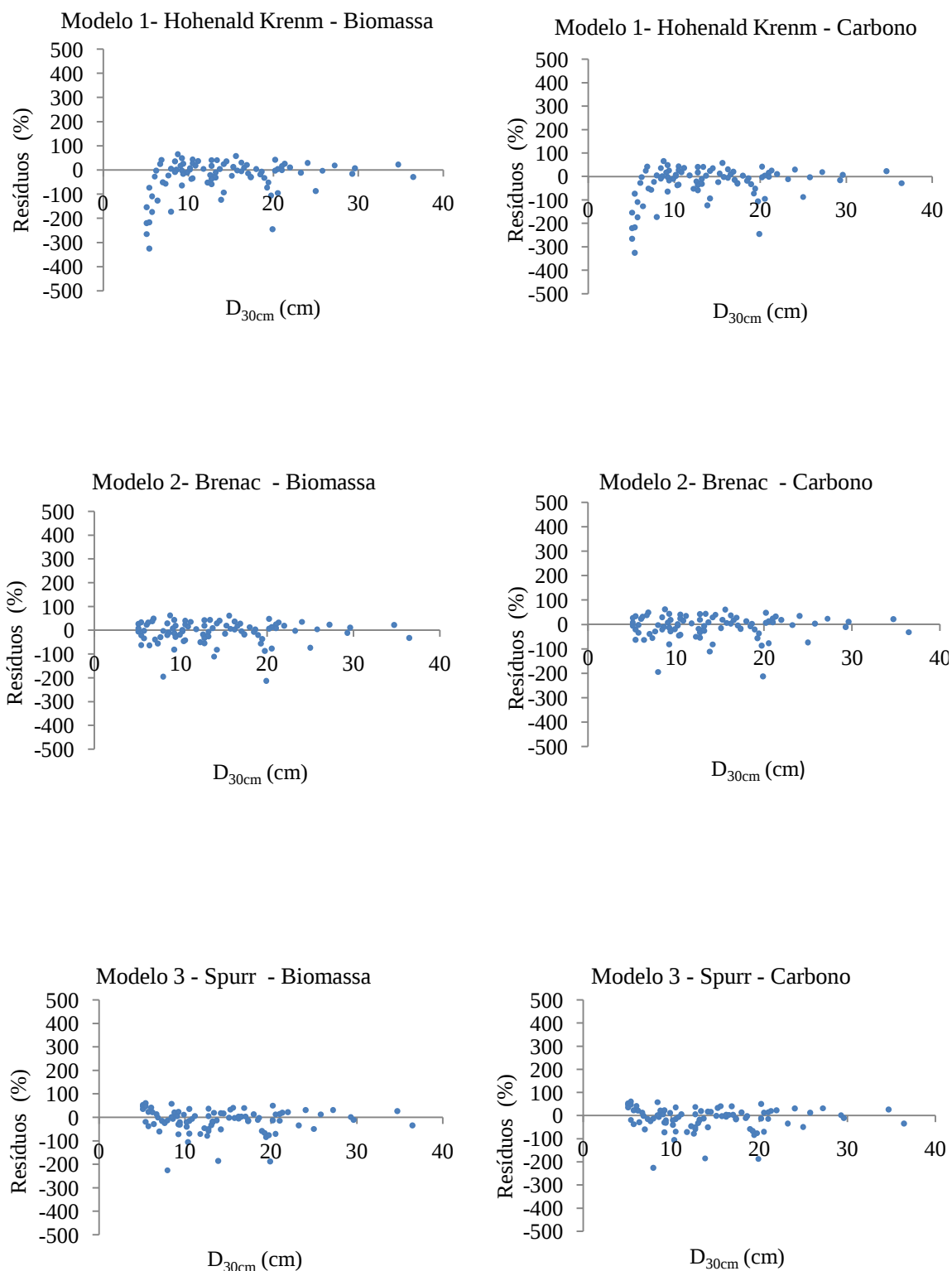


Figura 18: Distribuição dos resíduos para os modelos ajustados em função do D_{30cm} (cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua)

Figura 18. Continuação.

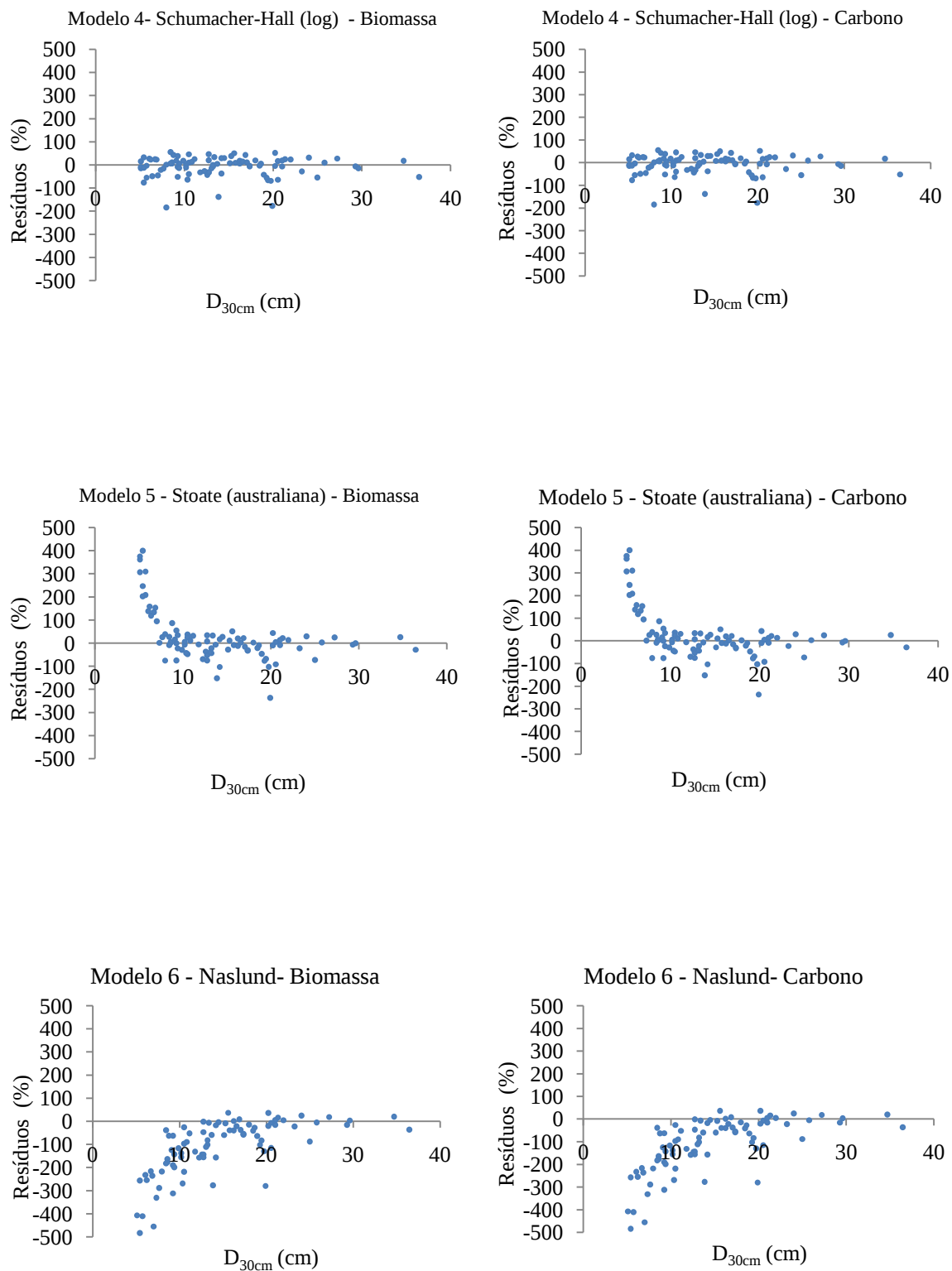


Figura 18. Continuação

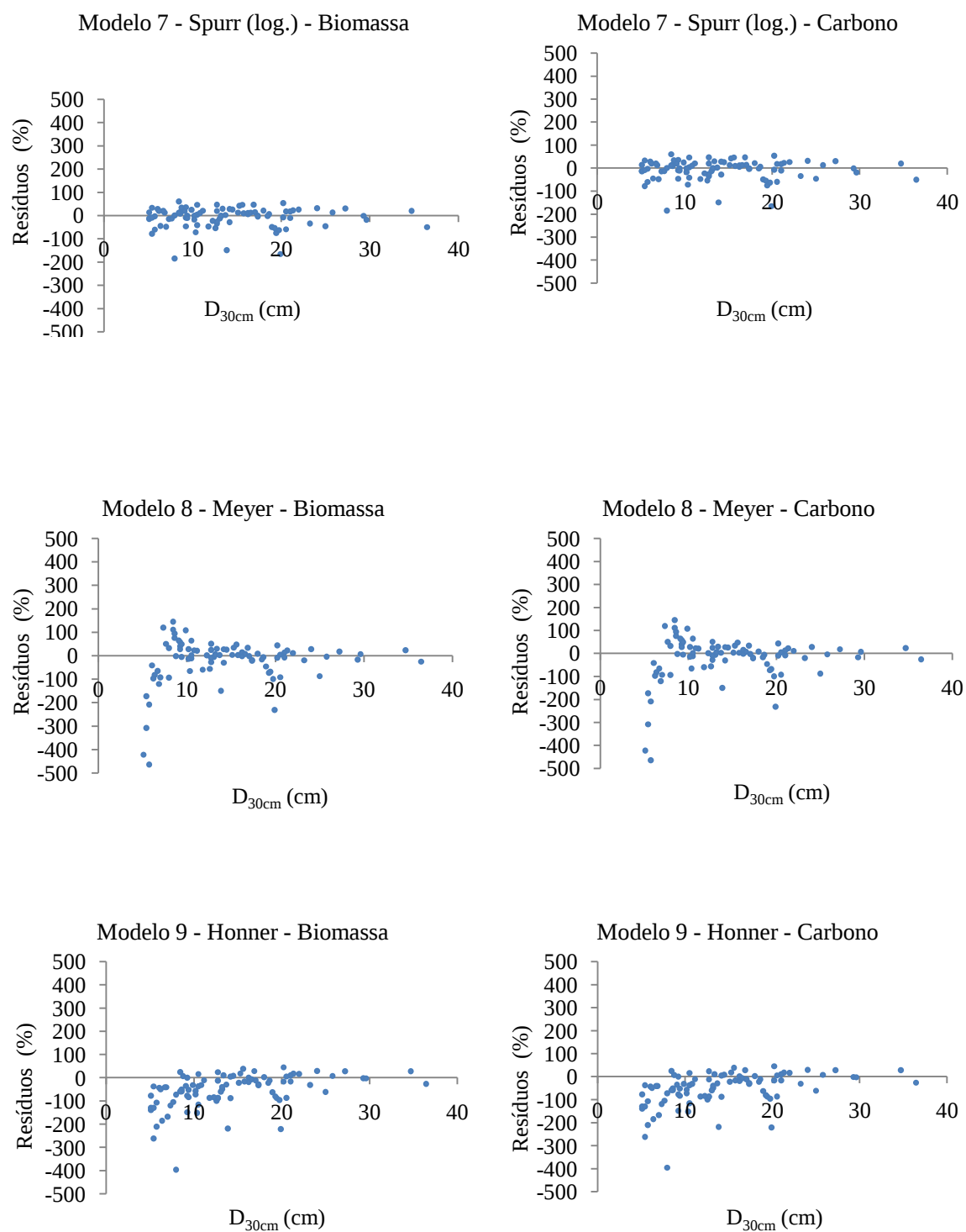
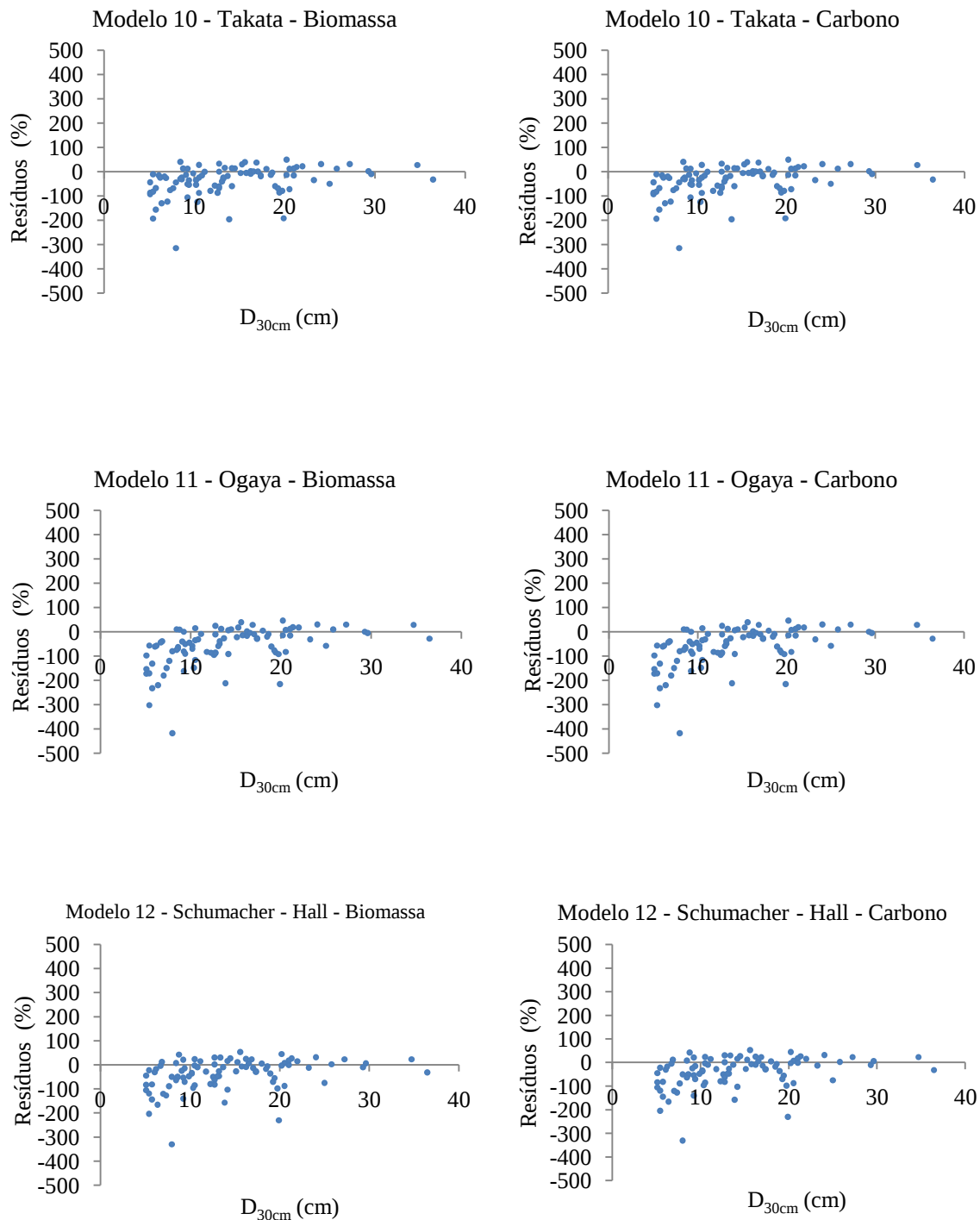


Figura 18. Continuação.



Todos os modelos de biomassa e carbono ajustados em função do $DAP_{1,30m}(cm)$ foram significativos ($p < 0,05$). Os valores de $R^2_{ajust.}$ variaram de 91,84% a 93,58% e os erros padrões percentuais entre 40,64% e 46,12% (Tabelas 12 e 13). Observa-se que essas medidas de precisão variaram pouco para os 12 modelos ajustados. Deste modo, combinando as medidas de precisão com a distribuição gráfica dos resíduos (Figura 19) concluiu-se que as equações provenientes do ajuste do modelo de *Schumacher* e *Hall* não logaritmizado foram capazes de proporcionar as melhores estimativas de biomassa seca e carbono quando se utilizou o $DAP_{1,30m}$ e a altura total como variáveis preditoras. Sendo elas:

$$\text{Biomassa seca (kg)} : BS = 0,0441 \, dap^{2,2872} \, ht^{0,4606}$$

$$\text{Carbono (kg)} : C = 0,0220 \, dap^{2,2872} \, ht^{0,4606}$$

Em que:

BS = Biomassa seca (kg)

C = Carbono (kg)

dap = Diâmetro à 1,30 m do solo(cm)

ht = Altura total (m)

Não houve diferença significativa entre os valores observados e estimados pelas equações, quando comparados pelo teste t pareado ($\alpha = 0,05$). Vale ressaltar que, considerando o $DAP_{1,30m}(cm)$, as equações ajustadas neste trabalho são capazes de garantir boas estimativas das variáveis dependentes para cerrados semelhantes ao estudado aqui, considerando uma variação diamétrica de 3,5 a 35,01cm para o diâmetro medido a 1,30m do solo, visto que esta foi a variação diamétrica contemplada na amostra para ajuste dos modelos em relação a esta variável (Tabela 11).

Tabela 11: Frequência de indivíduos amostrados em função do $DAP_{1,30m}(cm)$ para ajuste dos modelos matemáticos, no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

Classes de $DAP_{1,30m}(cm)$	Frequência amostrada
3,5 - 8,5	30
8,5 - 13,5	23
13,5 - 17,5	18
16,5 - 22,5	13
22,5 - 27,5	3
>27,5	3
Total	90

Tabela 12: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de biomassa (kg) em função do DAP_{1,30cm}(cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	R ₂ % (ajust.)	Sxy (kg)	Sxy (%)
Hohenald Krenm: $y = \beta_0 + \beta_1(dap) + \beta_2(dap^2) + \varepsilon$	14,3052	-4,1039	0,4058	-	-	-	91,84	19,43	42,79
Brenac: $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap) + \beta_2 (1/dap) + \ln \varepsilon$	-3,6838	2,6921	1,6366*	-	-	-	92,55	19,39	42,72
Spurr: $y = \beta_0 + \beta_1 dap^2 ht + \varepsilon$	0,5496	0,0407	-	-	-	-	91,92	19,33	42,57
Schumacher – Hall (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap) + \beta_2 \ln(ht) + \ln \varepsilon$	-3,0855	2,0271	0,8518	-	-	-	93,53	20,08	44,92
Stoate (australiana) : $y = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 h + \beta_3 ht + \varepsilon$	3,1347	0,0985*	0,0287	-2,2380*	-	-	92,25	18,93	41,69
Naslund : $y = \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 ht + \beta_3 dap h^2 + \beta_4 ht^2 + \varepsilon$	-6,0472	0,0138*	0,0625	-0,1366*	1,2182*	-	92,52	18,60	40,96
Spurr (logarítmica) : $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap^2 ht) + \varepsilon$	-3,0776	0,9762	-	-	-	-	93,58	20,36	46,12
Meyer: $y = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \beta_3 dap ht + \beta_4 dap^2 ht + \beta_5 ht + \varepsilon$	-1,1757	-2,9743*	0,2670*	-0,2671*	0,0196*	5,7833*	92,34	18,81	41,44
Honner: $y = dap^2 / \beta_0 + \beta_1 (1/ht)$	1,0317	17,5026	-	-	-	-	92,32	18,83	41,48
Takata: $y = dap^2 ht / \beta_0 + \beta_1 dap + \varepsilon$	25,4430	-0,0370	-	-	-	-	91,92	19,32	42,55
Ogaya: $y = dap^2 \beta_0 + \beta_1 ht + \varepsilon$	0,0569	0,0322	-	-	-	-	92,19	19,00	41,85
Schumacher – Hall: $y = \beta_0 dap^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$	0,0441	2,2872	0,4606	-	-	-	92,63	18,45	40,64

* Coeficientes não significativos ($p > 0,05$)

Tabela 13: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de carbono (kg) em função do DAP_{1,30cm}(cm) e Ht (m) no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	R2 % (ajust)	Sxy (kg)	Sxy (%)
Hohenald Krenm: $y = \beta_0 + \beta_1(dap) + \beta_2(dap^2) + \varepsilon$	7,1526	-2,0519	0,2029	-	-	-	91,84	9,71	42,79
Brenac: $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap) + \beta_2 (1/dap) + \ln \varepsilon$	-4,3770	2,6921	1,6366*	-	-	-	92,55	9,70	42,72
Spurr: $y = \beta_0 + \beta_1 dap^2 ht + \varepsilon$	0,2748	0,0203	-	-	-	-	91,92	9,66	42,57
Schumacher – Hall (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap) + \beta_2 \ln(ht) + \ln \varepsilon$	-3,7787	2,0271	0,8518	-	-	-	93,53	10,04	44,22
Stoate (australiana) : $y = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 h + \beta_3 ht + \varepsilon$	1,5673	0,0492*	0,0143	-1,12*	-	-	92,25	9,46	41,69
Naslund : $y = \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 ht + \beta_3 dap ht^2 + \beta_4 ht^2 + \varepsilon$	-3,0236	0,0069*	0,0312*	-0,07*	0,6091*	-	92,52	9,30	40,96
Spurr (logarítmica) : $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap^2 ht) + \varepsilon$	-3,7707	0,9762	-	-	-	-	93,58	10,18	46,12
Meyer: $y = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \beta_3 dap ht + \beta_4 dap^2 ht + \beta_5 ht + \varepsilon$	-0,5878	-1,4871*	0,1335*	-0,13*	0,0098*	2,8917*	92,34	9,41	41,44
Honner: $y = dap^2 / \beta_0 + \beta_1 (1/ht)$	2,0633	35,0052	-	-	-	-	92,32	9,42	41,50
Takata: $y = dap^2 ht / \beta_0 + \beta_1 dap + \varepsilon$	50,8856	-0,0741	-	-	-	-	91,93	9,65	42,51
Ogaya: $y = dap^2 \beta_0 + \beta_1 ht + \varepsilon$	0,0284	0,0161	-	-	-	-	92,19	9,50	41,85
Schumacher – Hall: $y = \beta_0 dap^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$	0,0220	2,2872	0,4606	-	-	-	92,63	9,22	40,64

* Coeficientes não significativos ($p > 0,05$)

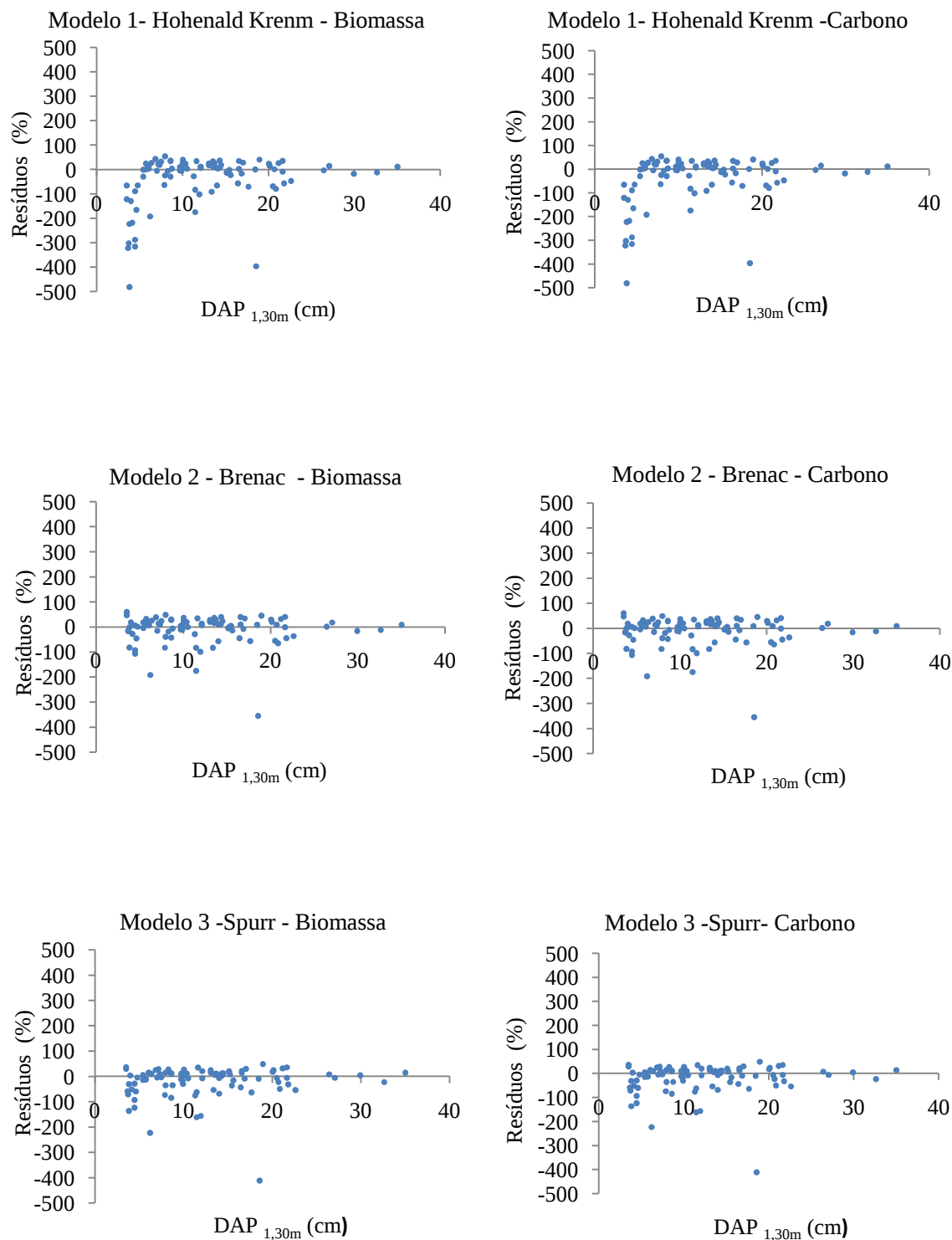


Figura 19: Distribuição dos resíduos para os modelos ajustados em função do DAP_{1,30m} e Ht (m) no Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua)

Figura 19. Continuação.

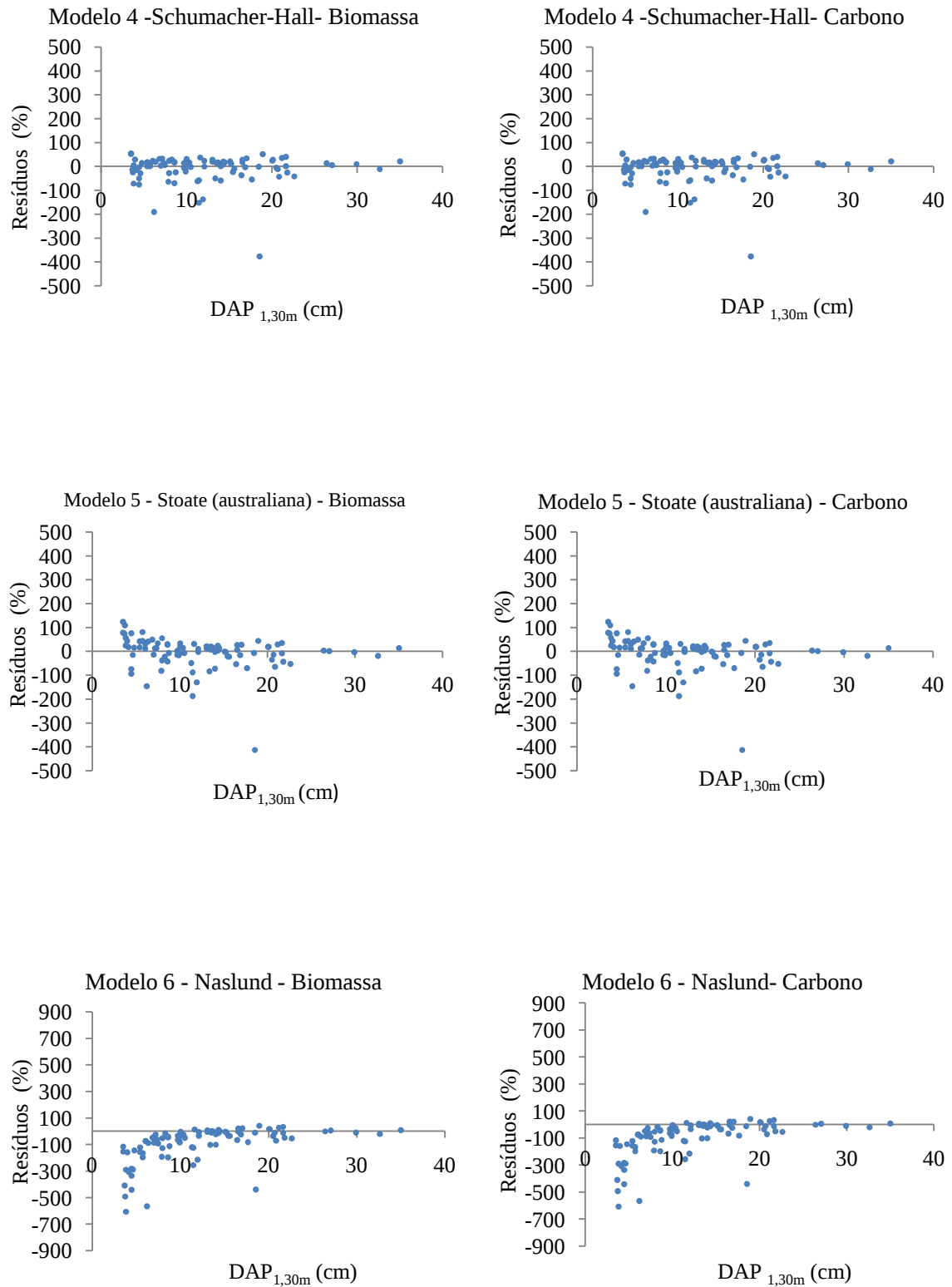


Figura 19. Continuação.

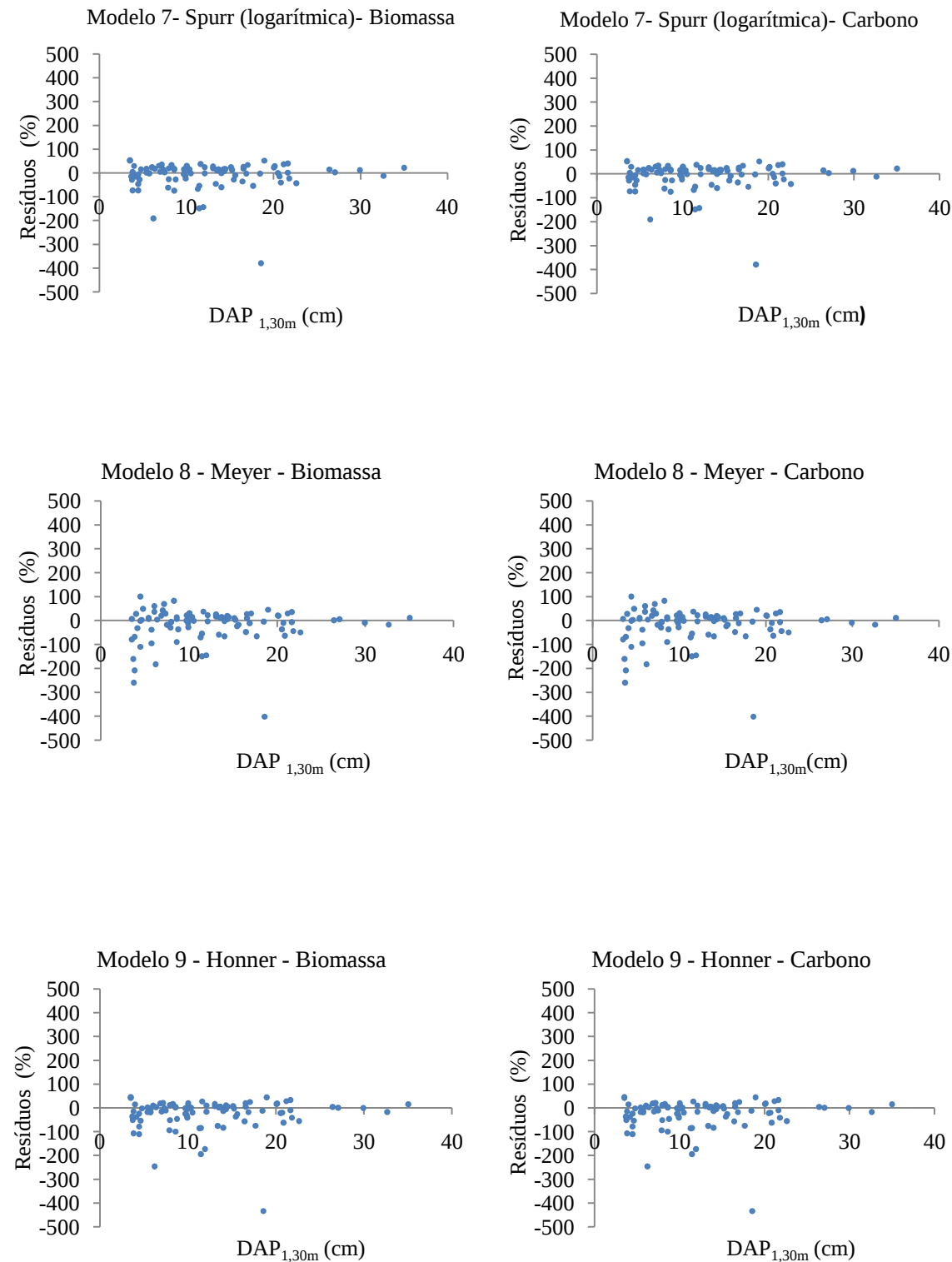
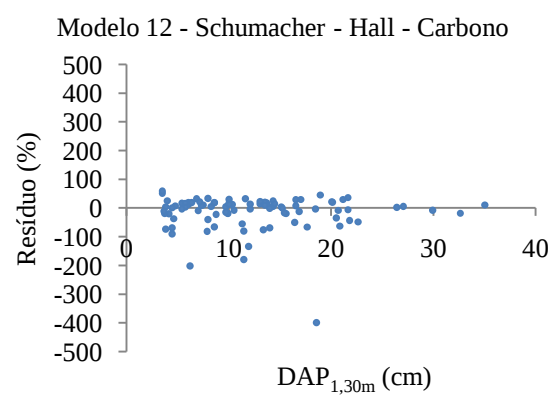
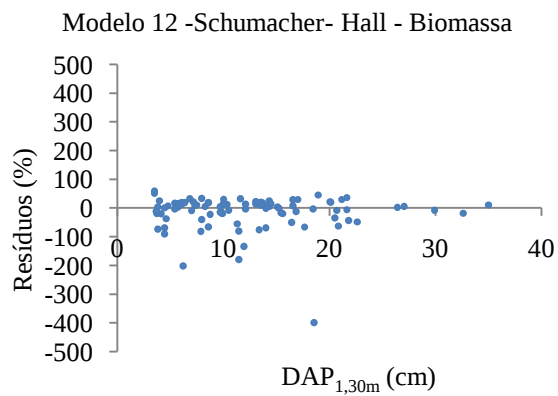
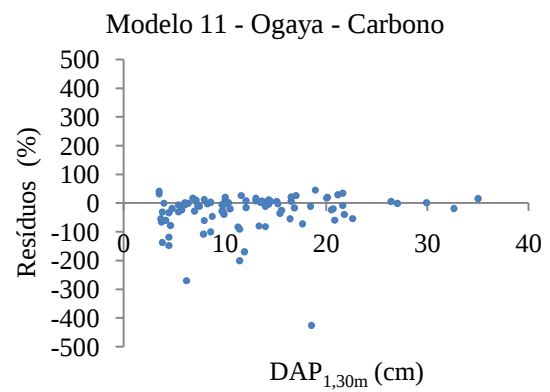
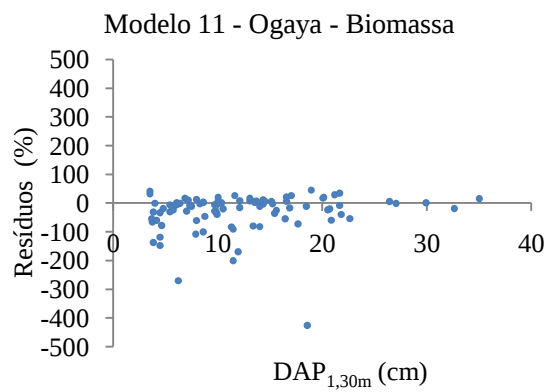
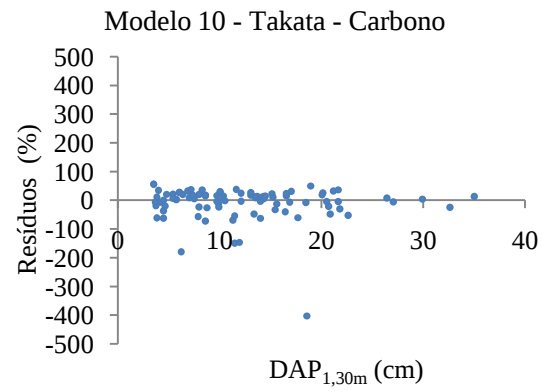
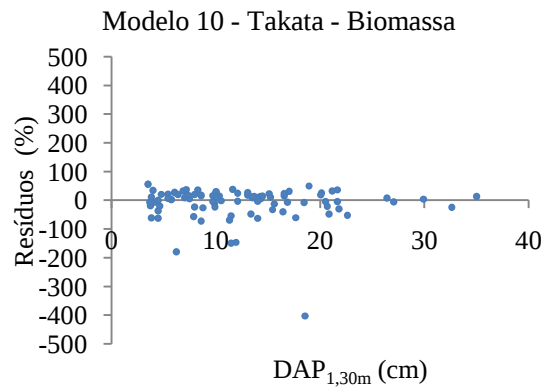


Figura 19. Continuação.



3.2 Ajuste dos modelos para estimar os estoques em biomassa seca e carbono das árvores individuais no Cerrado Ralo

A amostra para quantificação da biomassa contida no compartimento arbóreo do Cerrado Ralo contou com 60 árvores, distribuídas em cinco classes diamétricas e entre sete espécies diferentes (Tabela 14).

Tabela 14: Frequência de indivíduos arbóreos amostrados por classe diamétrica para quantificação da biomassa por método direto no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Classes de $D_{30\text{ cm}}$	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)	Frequência de árvores amostradas
5,0 - 8,9	829	74,62	23
9,0 - 12,9	195	17,55	17
13,0 - 16,9	59	5,31	13
17,0 - 20,9	17	1,42	5
>20,9	11	0,87	2
Total	1.111	100	60

As variáveis dependentes (biomassa e carbono) e independentes ($D_{30\text{ cm}}$, $DAP_{1,30\text{ m}}$ e Ht) da amostra do Cerrado Ralo também se correlacionaram positivamente, indicando que o comportamento dessas variáveis pode ser explicado por meio de uma regressão (Figura 20).

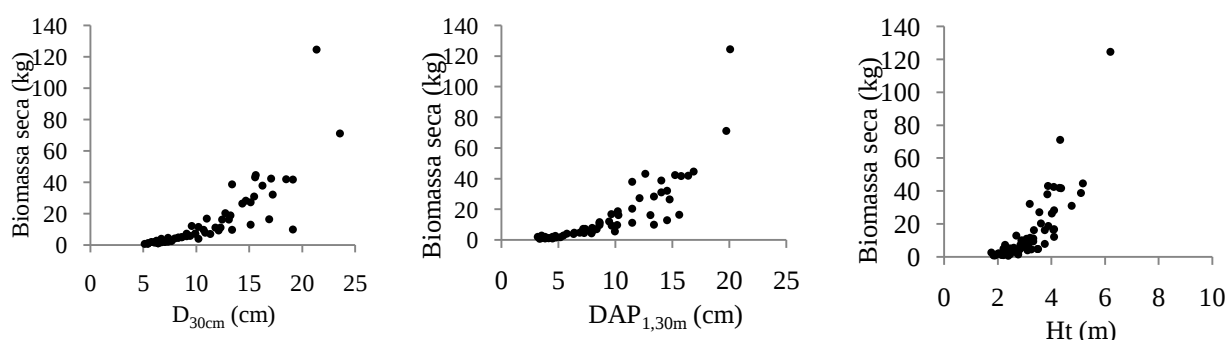


Figura 20: Ilustração da relação entre variável dependente (biomassa e/ou carbono) e independente ($D_{30\text{ cm}}$ e $DAP_{1,30\text{ m}}$ e Ht) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Todos os modelos ajustados foram significativos ($p < 0,05$). Os modelos de Naslund e Meyer foram excluídos, pois quando aplicados, produziram estimativas negativas de biomassa e carbono das árvores individuais.

Tabela 15: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de biomassa seca (kg) em função do D_{30cm} (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	R ² % (ajust.)	Sxy (kg)	Sxy (%)
Hohenald Krenm: $y = \beta_0 + \beta_1(d) + \beta_2(d^2) + \varepsilon$	7,7068*	-2,4160*	0,2447	-	71,20	11,13	70,13
Brenac: $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2 (1/d) + \ln \varepsilon$	-1,8494*	2,0488	-7,8893*	-	89,46	11,58	72,89
Spurr: $y = \beta_0 + \beta_1 d^2 ht + \varepsilon$	-2,8828*	0,0352	-	-	89,04	6,87	43,26
Schumacher – Hall (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2 \ln(ht) + \ln \varepsilon$	-4,3200	2,0157	1,5258	-	94,19	5,72	35,99
Stoate (australiana): $y = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 ht + \varepsilon$	4,1867*	-0,1461	0,0649	-0,6371*	93,87	5,14	32,34
Spurr (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d^2 ht) + \varepsilon$	-4,446	1,1305	-	-	93,95	6,79	42,74
Honner: $y = d^2 / \beta_0 + \beta_1 (1/ht) + \varepsilon$	-5,5889	57,2571	-	-	94,50	4,87	30,65
Takata: $y = d^2 ht / \beta_0 + \beta_1 d + \varepsilon$	40,3464	-0,5224	-	-	88,67	6,98	43,98
Schumacher – Hall: $y = \beta_0 d^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$	0,01313	1,7793	2,0228	-	94,55	4,85	30,50

* Coeficientes não significativos ($p > 0,05$)

Tabela 16: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de carbono (kg) em função do D_{30cm} (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Fazenda Guará, Jaborandi, BA.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	R ² % (ajust.)	Sxy (kg)	Sxy (%)
Hohenald Krenm: $y = \beta_0 + \beta_1(d) + \beta_2(d^2) + \varepsilon$	3.8534*	-1.2080*	0.1223	-	71,20	5,56	70,13
Brenac: $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2 (1/d) + \ln \varepsilon$	-2.5426*	2.0488	-7.8893	-	89,46	5,79	72,89
Spurr: $y = \beta_0 + \beta_1 d^2 ht + \varepsilon$	-1.4414*	0.01760	-	-	89,04	3,43	43,26
Schumacher – Hall (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \beta_2 \ln(ht) + \ln \varepsilon$	-5.0132	2.0157	1.5258	-	94,19	2,86	35,99
Stoate (australiana) : $y = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 ht + \varepsilon$	2.0933*	-0.0730	0.0324	-0.3185*	93,87	2,57	32,34
Spurr (logarítmica) : $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d^2 ht) + \varepsilon$	-5.1401	1.1305	-	-	93,95	3,39	42,74
Honner: $y = d^2 / \beta_0 + \beta_1 (1/ht)$	-11,1779	114,515	-	-	94,50	2,44	30,65
Takata: $y = d^2 ht / \beta_0 + \beta_1 d + \varepsilon$	80,7179	-1,0462	-	-	88,67	3,40	43,98
Schumacher – Hall: $y = \beta_0 d^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$	0.0065	1,7793	2.0228	-	94,55	2,42	30,50

* Coeficientes não significativos ($p > 0,05$)

Os valores de $R^2_{\text{ajust.}}$ variaram de 71,20% a 94,55% para os modelos testados, indicando elevada correlação entre as variáveis dependentes e independentes. O erro padrão percentual variou de 30,50% a 72,89%, sustentando mais uma vez o padrão de elevada heterogeneidade de amostras típicas do Cerrado (Scolforo et al, 2008; Delliti et al., 2006; Rezende et al., 2006), que se confirma pelas características dendrométricas e respectivos estoques por compartimento vegetal das árvores amostradas no Cerrado Ralo para ajuste dos modelos (Tabela 17).

Tabela 17: Valores mínimos e máximos, média e desvio padrão, relativos às características dendrométricas e diferentes estoques por compartimento das árvores amostradas para o ajuste dos modelos no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV(%)
D _{30cm} (cm)	5,09	23,55	11,11	4,48	40,42
DAP _{1,30m} (cm)	3,18	20,05	9,23	4,43	47,99
Ht (cm)	1,75	6,2	3,20	0,92	28,75
Peso - folhas (kg)	0,060	6,390	1,148	1,557	135,96
Peso - galhos finos (kg)	0,180	26,344	3,609	4,376	121,38
Peso - galhos grossos (kg)	0,135	41,745	6,512	9,037	138,72
Peso - tronco (kg)	1,021	119,320	16,584	21,411	129,13
Peso - frutos (kg)	0,220	3,087	1,203	1,632	135,49
Peso - Total (kg)	1,777	193,574	27,703	34,618	124,93
Biomassa seca total (kg)	0,883	124,564	15,882	20,755	130,66
Carbono total (kg)	0,442	62,282	7,941	10,378	130,68

Além de apresentarem as melhores medidas de precisão, as equações provenientes do modelo de *Schumacher* e *Hall* (não logaritmizado) apresentaram também satisfatória distribuição residual, indicando estimativas livres de tendências (Figura 21), sendo, portanto, escolhidas para estimar os estoques individuais de biomassa e carbono das árvores do Cerrado Ralo. Sendo elas:

$$\text{Biomassa seca (kg)} : BS = 0,01313 d^{1,7793} ht^{2,0228}$$

$$\text{Carbono (kg)} : C = 0,0065 d^{1,7793} ht^{2,2028}$$

Em que:

BS = Biomassa seca (kg)

C = Carbono (kg)

d = Diâmetro à 30 cm do solo (cm)

ht = Altura total (m)

Não houve diferença significativa entre os valores observados e estimados pela equação, quando comparados pelo teste t pareado ($\alpha = 0,05$).

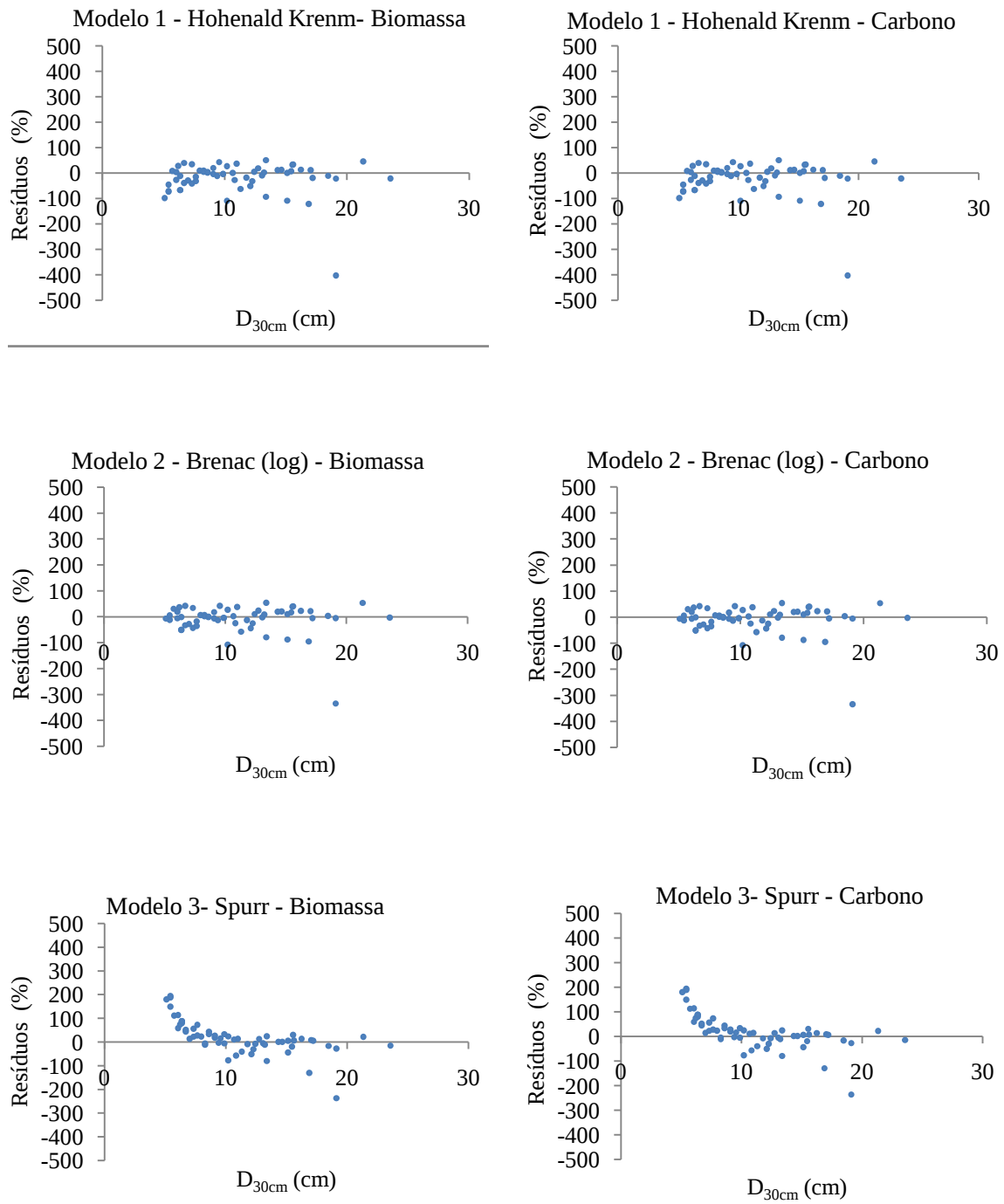


Figura 21: Gráficos de distribuição dos resíduos para os modelos ajustados em função do D_{30cm} (cm) e Ht(m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA. (continua)

Figura 21. Continuação.

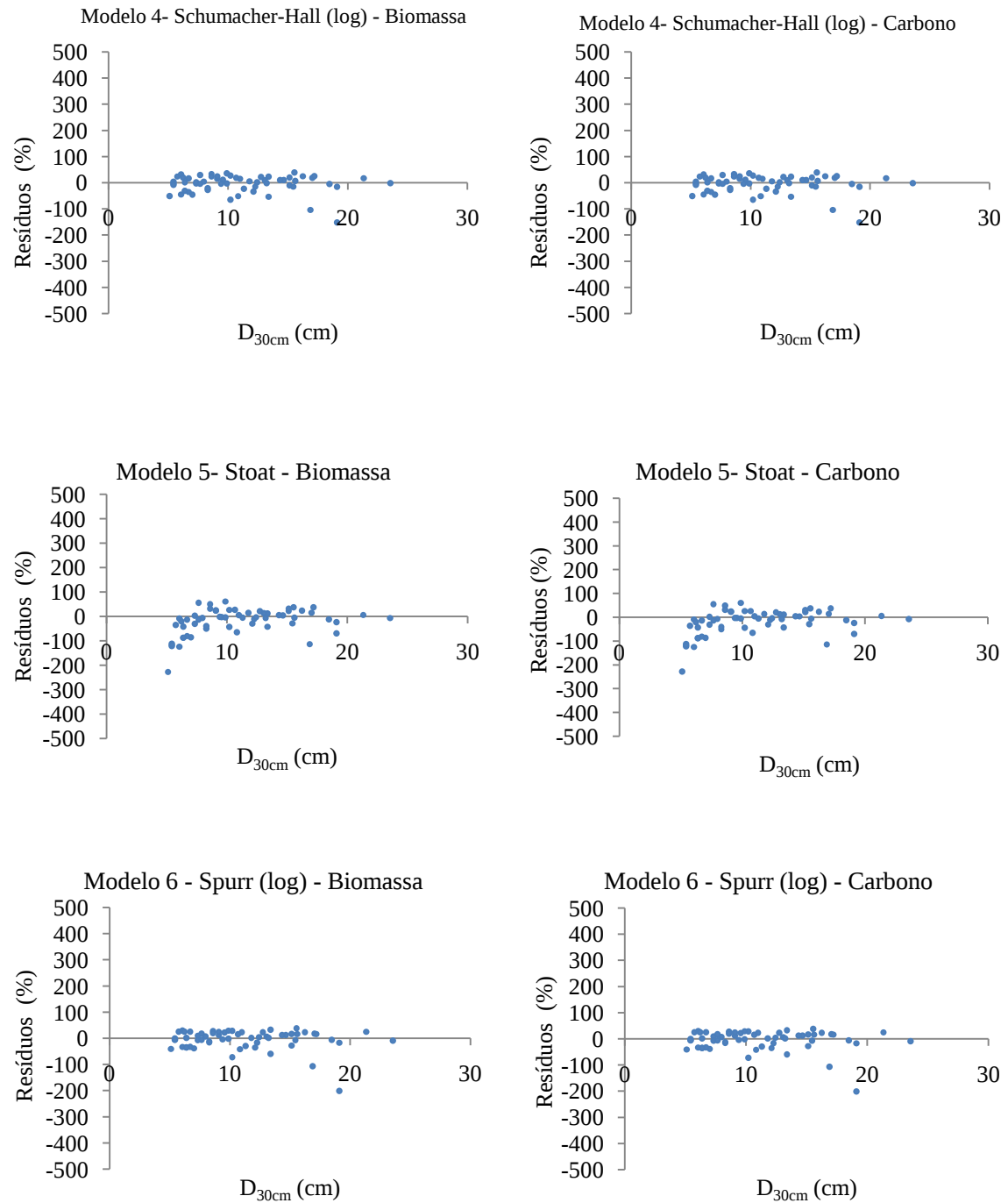
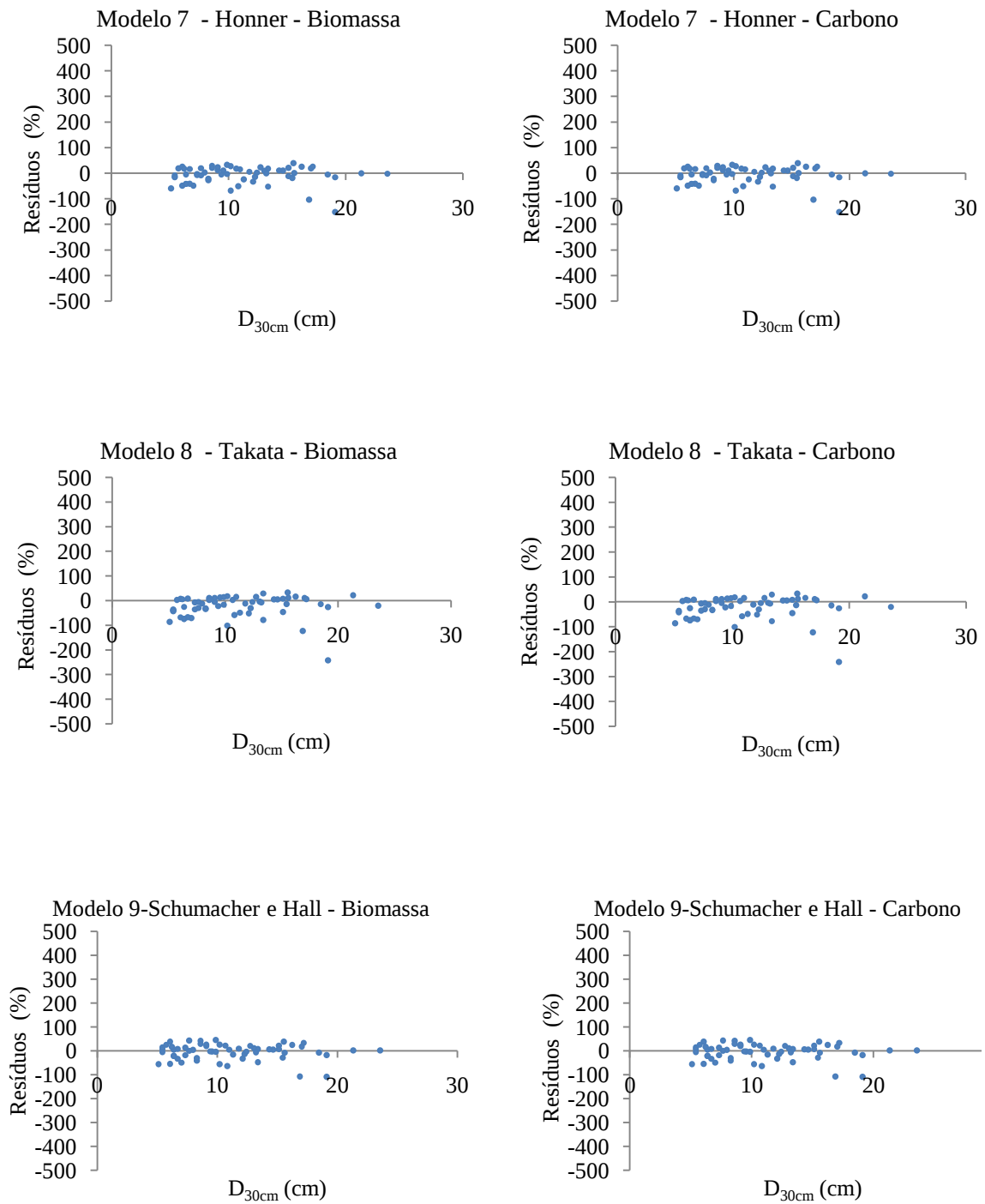


Figura 21. Continuação.



Todos os modelos foram significativos ($p < 0,05$). Para escolha do melhor modelo, os modelos de *Naslund* e *Meyer* foram descartados, pois quando aplicados, produziram valores negativos das estimativas de biomassa e carbono.

Os valores de $R^2_{\text{ajust.}}$ variaram de 80,56% a 91,88% para os modelos testados. O erro padrão percentual variou de 38,74% a 58,19% (Tabelas 19 e 20). O modelo ajustado de *Honner* apresentou o menor erro padrão residual, elevado $R^2_{\text{ajust.}}$ e distribuição gráfica dos resíduos livre de tendenciosidades (Figura 22). Com base nos resultados obtidos, as equações provenientes deste modelo foram consideradas as mais eficientes para estimar os estoques individuais de biomassa e carbono em função do $\text{DAP}_{1,30\text{m}}$ e altura total no Cerrado Ralo. Sendo elas:

$$\text{Biomassa seca (kg)} : BS = \frac{dap^2}{-2,8100 + 38,3336 \frac{1}{ht}}$$

$$\text{Carbono (kg)} : C = \frac{dap^2}{-5,6048 + 76,5891 \frac{1}{ht}}$$

Em que:

BS = Biomassa seca (kg)

C = Carbono (kg)

dap = Diâmetro à 1,30 m do solo (cm)

ht = Altura total (m)

Não houve diferença significativa entre os valores observados e estimados pelas equações, quando comparados pelo teste t pareado ($\alpha = 0,05$). Observa-se que, considerando o $\text{DAP}_{1,30\text{m}}$, as equações ajustadas neste trabalho são capazes de garantir boas estimativas das variáveis dependentes para cerrados semelhantes ao estudado aqui, considerando uma variação diamétrica de 3,0 a 21,0 cm para o diâmetro medido a 1,30 m do solo, visto que esta foi a amplitude diamétrica contemplada na amostrada utilizada para o ajuste das equações (Tabela 18).

Tabela 18: Frequência de indivíduos amostrados por classe de $\text{DAP}_{1,30\text{m}}$ (cm) para ajuste dos modelos matemáticos no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Classes de $\text{DAP}_{1,30\text{m}}$ (cm)	Frequência amostrada
3 – 8	29
8 – 13	16
13 - 18	13
>18	2
Total	60

Tabela 19: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de biomassa (kg) em função do DAP_{1,30m} (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	R ² % (ajust.)	S _{xy} (kg)	S _{xy} (%)
Hohenald Krenm: $y = \beta_0 + \beta_1(dap) + \beta_2(dap^2) + \varepsilon$	13,4108*	-4,0250	0,3792	-	80,56	9,15	57,63
Brenac: $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap) + \beta_2 (1/dap) + \ln \varepsilon$	-5,4027	3,1402	6,4270*	-	89,74	9,24	58,19
Spurr: $y = \beta_0 + \beta_1 dap^2 ht + \varepsilon$	-0,9177*	0,0416	-	-	89,36	6,77	42,63
Schumacher – Hall (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap) + \beta_2 \ln(ht) + \ln \varepsilon$	-2,8344	1,6440	1,3072	-	91,88	7,71	48,52
Stoate (australiana): $y = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 h + \beta_3 ht + \varepsilon$	3,8362*	-0,1045*	0,0630	-0,7720*	90,58	6,37	40,11
Spurr (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap^2 ht) + \varepsilon$	-2,8004	0,9181	-	-	91,76	8,33	52,51
Honner: $y = dap^2 / \beta_0 + \beta_1 (1/ht)$	-2,8100	38,3336	-	-	91,21	6,15	38,74
Takata: $y = dap^2 ht / \beta_0 + \beta_1 dap + \varepsilon$	38,3262	-0,8104	-	-	90,45	6,41	40,37
Ogaya: $y = dap^2 \beta_0 + \beta_1 ht + \varepsilon$	-0,0748	0,0572	-	-	90,60	6,36	40,07
Schumacher – Hall: $y = \beta_0 dap^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$	0,0215	1,9261	1,5438	-	90,77	6,30	39,69

* Coeficientes não significativos ($p > 0,05$)

Tabela 20: Estimativa dos parâmetros e medidas de precisão das equações ajustadas para a estimativa do estoque de carbono (kg) em função do DAP_{1,30m} (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	R ² % (ajust)	Sxy (kg)	Sxy (%)
Hohenald Krenm: $y = \beta_0 + \beta_1(dap) + \beta_2(dap^2) + \varepsilon$	6,7054*	-2,0125	0,1896	-	80,56	4,57	57,63
Brenac: $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap) + \beta_2(1/dap) + \ln \varepsilon$	-6,0958	3,1402	6,4270	-	89,74	4,62	58,19
Spurr: $y = \beta_0 + \beta_1 dap^2 ht + \varepsilon$	-0,4588*	0,0208	-	-	89,36	3,39	42,63
Schumacher – Hall (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap) + \beta_2 \ln(ht) + \ln \varepsilon$	-3,5276	1,6440	1,3072	-	91,88	3,85	48,52
Stoate (australiana): $y = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \beta_2 dap^2 h + \beta_3 ht + \varepsilon$	1,9181*	-0,0522*	0,03152	-0,3860*	90,58	3,19	40,11
Spurr (logarítmica): $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(dap^2 ht) + \varepsilon$	-3,4935	0,9181	-	-	91,75	4,17	52,51
Honner: $y = dap^2 / \beta_0 + \beta_1(1/ht)$	-5,6048	76,5891	-	-	91,21	3,08	38,74
Takata: $y = dap^2 ht / \beta_0 + \beta_1 dap + \varepsilon$	76,5088	-1,6145	-	-	90,46	3,21	40,37
Ogaya: $y = dap^2 \beta_0 + \beta_1 ht + \varepsilon$	-0,0374	0,0285	-	-	90,60	3,18	40,07
Schumacher – Hall: $y = \beta_0 dap^{\beta_1} ht^{\beta_2} + \varepsilon$	0,01075	1,9264	1,5435	-	90,77	3,15	39,69

* Coeficientes não significativos ($p > 0,05$)

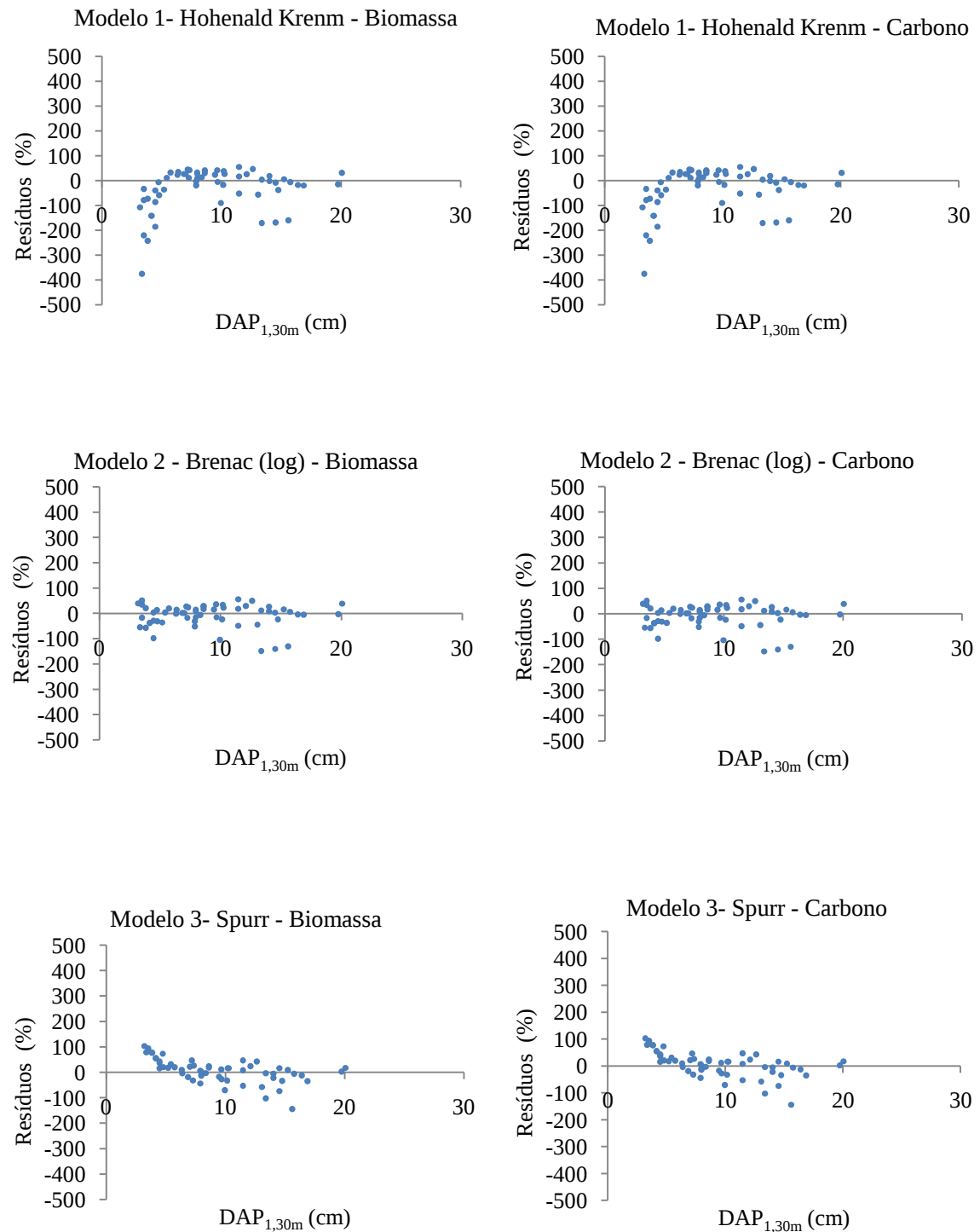


Figura 22: Distribuição dos resíduos para os modelos ajustados em função do DAP_{1,30m} (cm) e Ht (m) no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA. (continua)

Figura 22. Continuação.

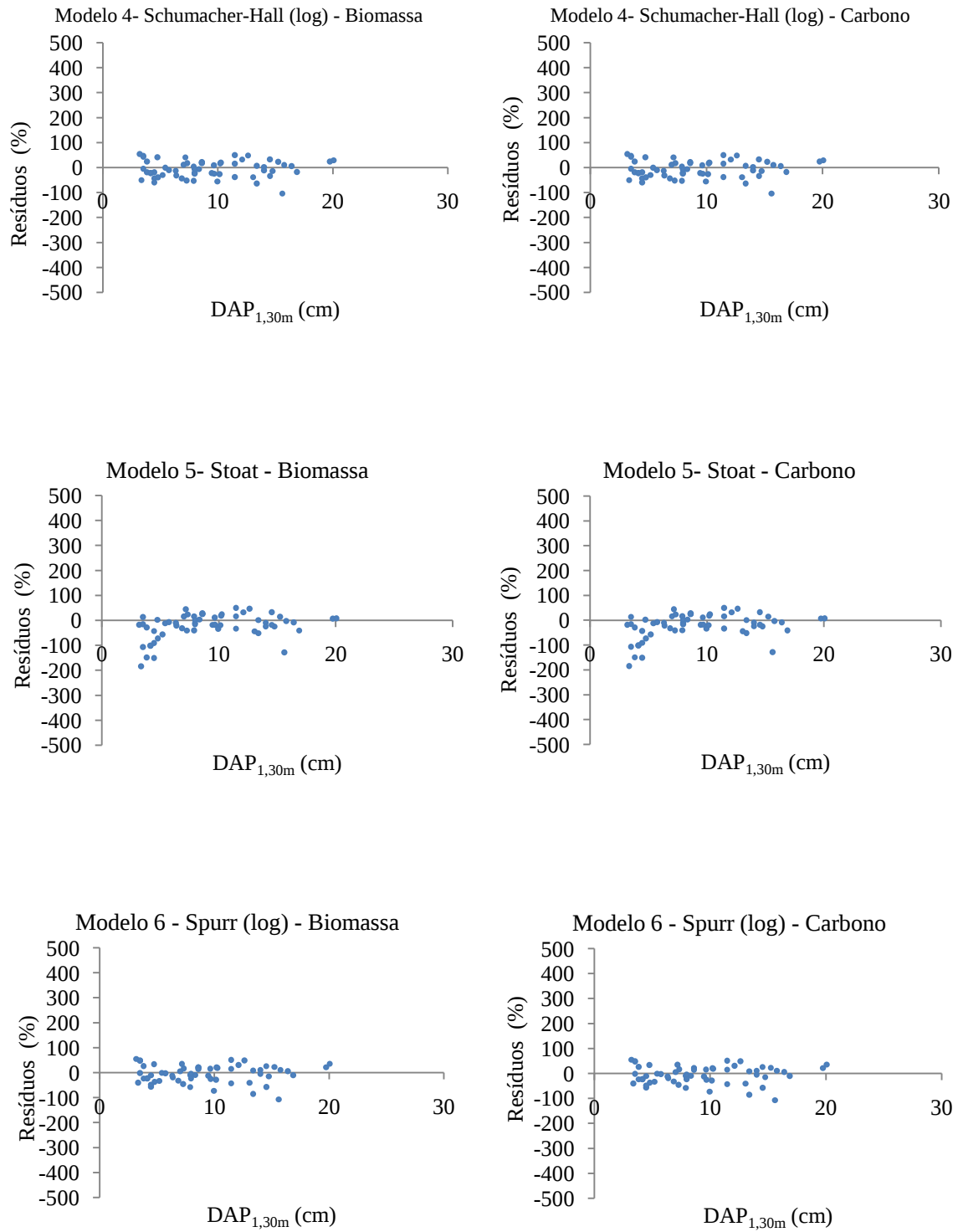


Figura 22. Continuação.

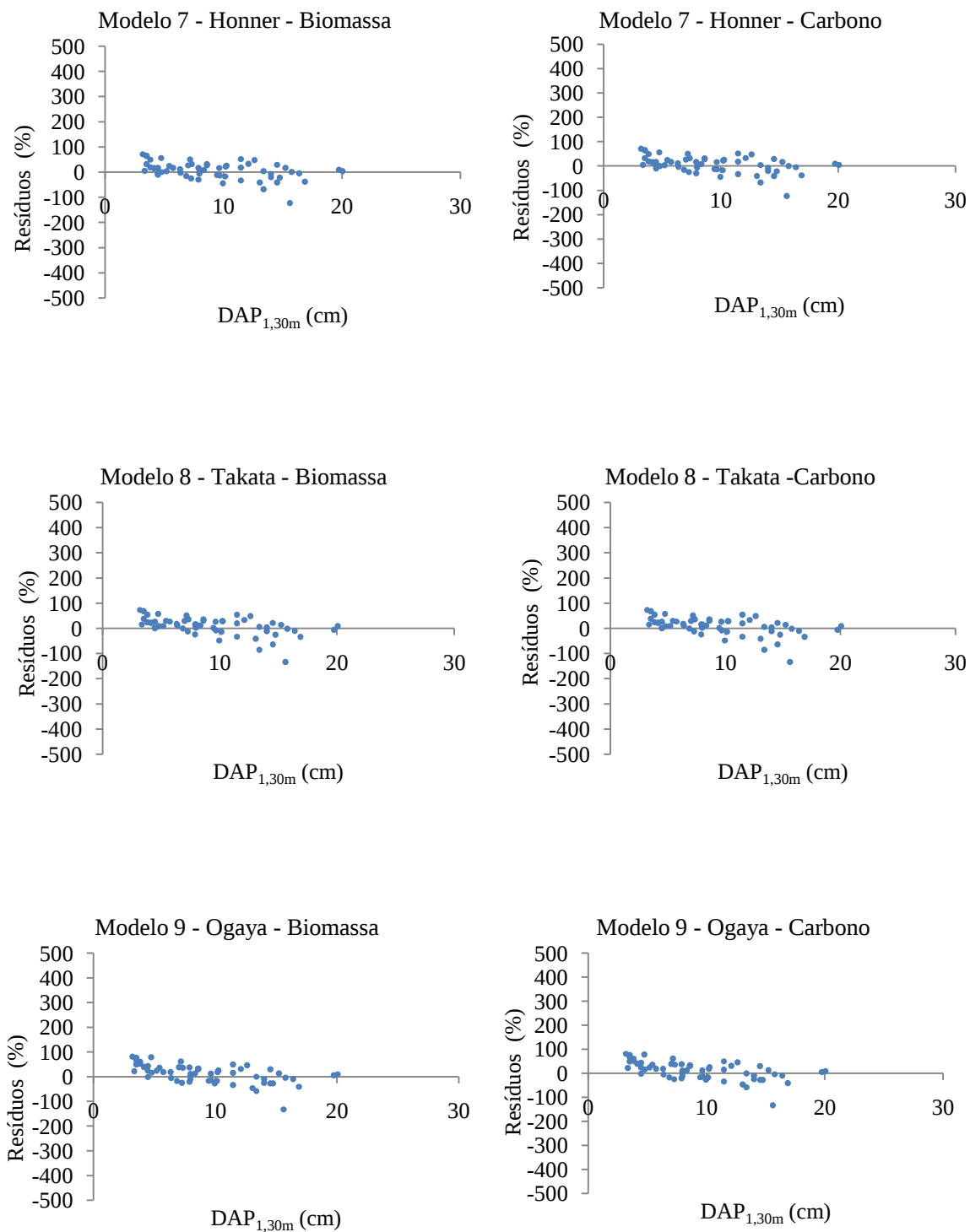
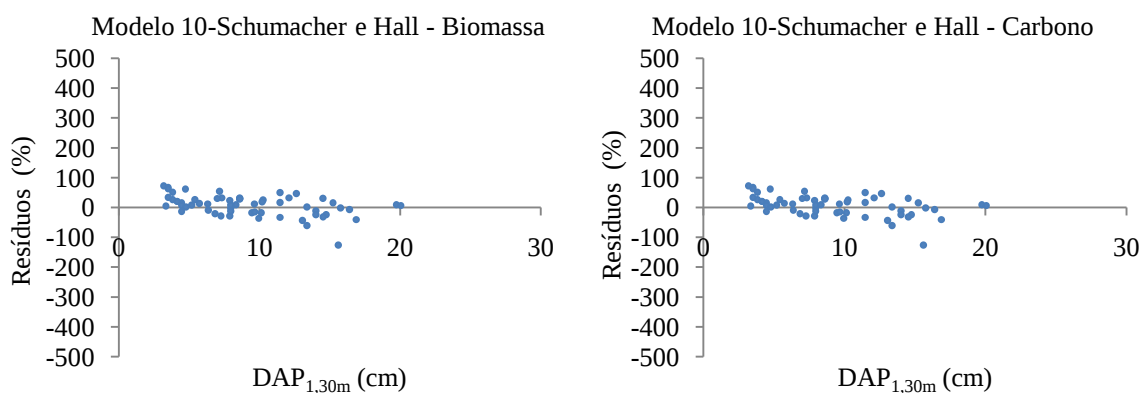


Figura 22. Continuação.



3.3 Estoques de biomassa e carbono no compartimento arbóreo do Cerrado Típico e Cerrado Ralo

O componente arbóreo do Cerrado Típico armazenou em média $10,9 \text{ t.ha}^{-1}$ de biomassa seca ($[9,2 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 12,6 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$), o que corresponde ao estoque médio de $5,5 \text{ t.ha}^{-1}$ de carbono neste compartimento ($[4,6 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 6,3 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$). Para o Cerrado Ralo verifica-se valores inferiores para estes estoques médios, que são respectivamente de $3,5 \text{ t.ha}^{-1}$ ($[2,4 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 4,6 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$) e $1,7 \text{ t.ha}^{-1}$ ($[1,2 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 2,3 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$). Quando comparadas pelo teste t ($\alpha = 0,05$), as médias dos estoques de biomassa seca e carbono no compartimento arbóreo foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) para as duas fitofisionomias estudadas. Conforme Castro & Kauffmam (1998), a biomassa aérea total (incluindo árvores, arbustos, vegetação rasteira e serrapilheira) tende a ser maior à medida que a vegetação tende a ser mais densa. Deste modo, as diferenças observadas para os estoques nas duas fitofisionomias certamente ocorrem devido às diferenças estruturais desses dois ambientes (Tabelas 21 e 22).

O erro de amostragem para as variáveis biomassa e carbono no Cerrado Ralo foram superiores a 20%, indicando que para uma amostragem mais eficiente dessas variáveis se torna necessário a alocação de mais parcelas em campo. A elevada variabilidade e consequente elevado erro de amostragem verificado, se deve à presença de uma parcela em que foram amostrados 108 indivíduos, conferindo densidade bastante superior à densidade média calculada por parcela, que foi de $55 \text{ ind.0,1ha}^{-1}$ nesta fisionomia. Se retirada esta parcela, o erro estimado para amostragem destas variáveis reduz para 19,56%.

Tabela 21: Estoque de biomassa seca e carbono, densidade e dominância de indivíduos no compartimento arbóreo do Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

Variável	Média	$S_{\bar{y}} \cdot t$	$(S_{\bar{y}} \cdot t)\%$	Limite inferior	Limite superior
Densidade (ind . ha ⁻¹)	952	66	6,96	885	1018
Área basal (m ² . ha ⁻¹)	7,8504	0,7319	9,32	7,1184	8,5823
Biomassa (t.ha ⁻¹)	10,9	1,7	15,9	9,2	12,6
Carbono (t.ha ⁻¹)	5,5	0,9	15,9	4,6	6,3

$S_{\bar{y}} \cdot t$ = Erro amostral em termos absolutos; $(S_{\bar{y}} \cdot t) \%$ = Erro amostral em termos relativos.

Tabela 22: Estoque de biomassa seca e carbono, densidade e dominância de indivíduos no compartimento arbóreo do Cerrado Ralo, Fazenda Guará, Jaborandi, BA.

Variável	Média	$S_{\bar{y}} \cdot t$	$(S_{\bar{y}} \cdot t)\%$	Limite inferior	Limite superior
Densidade (ind. ha ⁻¹)	556	95	17,04	461	650
Área basal (m ² . ha ⁻¹)	3,4591	0,5499	15,9	2,9093	4,009
Biomassa (t.ha ⁻¹)	3,5	1,1	31,2	2,4	4,6
Carbono (t.ha ⁻¹)	1,7	0,542	31,2	1,2	2,3

$S_{\bar{y}} \cdot t$ = Erro amostral em termos absolutos; $(S_{\bar{y}} \cdot t) \%$ = Erro amostral em termos relativos.

Os valores dos estoques de biomassa e carbono verificados para o compartimento arbóreo no Cerrado Típico e Cerrado Ralo estão dentro dos intervalos observados para outras áreas de Cerrado *sensu stricto*, e sugerem que os estoques em cerrados sobre solos oriundos do arenito Urucuia se encontram no limite inferior desse intervalo. Em 25 localidades de Cerrado *sensu stricto* estudadas por Felfili (2008), o estoque de carbono no compartimento arbóreo variou de 3,72 a 13,27 t.ha⁻¹, sendo que na região do Espigão Mestre do São Francisco, os valores variaram de 5,33 a 9,16 t.ha⁻¹ para quatro localidades estudadas. Para duas áreas amostradas sobre Neossolos Quartzarênicos nos municípios de Correntina e São Desidério, ambos no oeste da Bahia, foram verificados valores de 5,26 t.ha⁻¹ e 5,33 t.ha⁻¹ respectivamente, corroborando com os resultados verificados para o Cerrado Típico do presente estudo, que apresentou estoque médio de 5,55 t . ha⁻¹ de carbono.

Ottmar et al. (2001), utilizando o princípio da estereografia, observaram estoque de biomassa do compartimento arbóreo variando de 12,53 t.ha⁻¹ a 42,96 t.ha⁻¹ para cinco diferentes localidades de Cerrado *sensu stricto*. Sustentando o presente resultado encontrado para o Cerrado Típico, o menor valor reportado pelos autores (12,53 t.ha⁻¹) refere-se ao Cerrado *sensu stricto* amostrado em área do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, também localizado na região do Espigão Mestre do São Francisco. Para nove localidades de Cerrado Ralo, os autores verificaram estoque de biomassa seca variando de 3,31 a 29,84 t.ha⁻¹. O menor valor também foi observado para um Cerrado Ralo amostrado em área do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, corroborando com o resultado encontrado para o Cerrado Ralo da Fazenda Guará, que apresenta em média 3,5 t.ha⁻¹ de biomassa seca armazenada no seu compartimento arbóreo.

No Cerrado Típico, cinco espécies foram responsáveis por estocar mais de 50% da biomassa e carbono presentes no compartimento arbóreo (Tabela 23). Dessas espécies, quatro pertencem ao grupo das sete espécies com maiores VI, sendo elas: *Pouteria ramiflora*, *Salvertia convallariodora*, *Kielmeyera coriacea* e *Pouteria torta*. As espécies *Hymenaea*

stigonocarpa, *Myrocarpus fastigiatus*, *Bowdichia virgiloides* e *Qualea parviflora* apresentaram expressivos estoques devido principalmente à presença de indivíduos nas classes diamétricas superiores. No Cerrado Ralo, quatro espécies responderam por mais de 50% dos estoques de biomassa e carbono, sendo elas *Kielmeyera coriacea*, *Hancornia speciosa*, *Pouteria ramiflora* e *Kielmeyera petiolaris*, as quais também foram responsáveis pelos maiores VI no cerrado estudado (Tabela 24). *Salvertia convallariodora*, representada por apenas três indivíduos no Cerrado Ralo inventariado apresentou expressivos estoques devido à presença de um indivíduo de grande porte, responsável pelo maior diâmetro registrado. Conforme Haridasam (2005), apesar da elevada diversidade de indivíduos arbóreos em Cerrado *sensu stricto*, um número pequeno de espécies constitui as populações mais densas e contribui para maiores estoques de biomassa e nutrientes. O autor observou ainda que do total de 35 espécies arbóreas, cinco foram responsáveis por 78% da biomassa total, tais espécies apresentaram as menores concentrações de nutrientes foliares, indicando que a menor exigência de nutrientes parece conferir vantagem competitiva nas espécies mais abundantes.

Tabela 23: Distribuição da biomassa seca (t.ha⁻¹) por espécies e classes diamétricas no Cerrado Típico, Jaborandi, BA. (continua)

Espécies	Classes diamétricas (cm)								Σ
	5 - 8,9	9 - 12,9	13 - 16,9	17 - 20,9	21 - 24,9	25 - 28,9	29 - 32,9	>33	
<i>Pouteria ramiflora</i> *	0,311	0,746	0,765	0,167	0,083	0,045	-	0,186	2,302
<i>Salvertia convallariodora</i> *	0,018	0,027	0,189	0,177	0,260	0,160	0,171	0,439	1,442
<i>Kielmeyera coriacea</i> *	0,253	0,547	0,195	0,087	-	-	-	-	1,082
<i>Pouteria torta</i> *	0,165	0,252	0,193	0,147	0,042	-	-	-	0,799
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	0,034	0,091	0,041	0,103	0,109	-	0,083	-	0,461
<i>Myrocarpus fastigiatus</i>	0,001	0,021	0,017	0,034	0,049	-	-	0,308	0,429
<i>Aspidosperma tomentosum</i> *	0,174	0,131	0,053	0,017	-	-	-	-	0,375
<i>Bowdichia virgiloides</i>	0,006	-	0,039	-	0,013	0,093	-	0,186	0,338
<i>Qualea parviflora</i>	0,013	0,007	0,038	-	0,045	0,226	-	-	0,330
<i>Connarus suberosus</i> *	0,084	0,150	0,062	0,025	-	-	-	-	0,321
<i>Ouratea hexasperma</i> *	0,037	0,106	0,127	-	-	-	-	-	0,270
<i>Caryocar brasilienses</i>	0,015	0,005	0,012	0,018	-	0,070	0,120	-	0,241
<i>Macherium opacum</i>	0,007	0,043	0,034	-	0,131	-	-	-	0,215
<i>Andira vermifuga</i>	0,034	0,116	0,057	-	-	-	-	-	0,207
<i>Vochysia tucanorum</i>	0,051	0,039	0,013	0,057	0,038	-	-	-	0,198
<i>Kyelmeyera petiolaris</i>	0,010	0,015	0,108	0,023	0,040	-	-	-	0,196
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	0,055	0,058	0,019	0,063	-	-	-	-	0,195
<i>Strychnos pseudoquina</i>	-	0,008	0,018	-	0,163	-	-	-	0,188
<i>Enterolobium gummiiferum</i>	0,001	-	0,040	0,062	-	-	0,061	-	0,164
<i>Eugenia dysenterica</i>	0,031	0,063	0,049	-	-	-	-	-	0,142
<i>Erythroxylum deciduum</i>	0,049	0,028	0,039	-	-	-	-	-	0,115
<i>Erytheca gracilipes</i>	0,008	0,008	-	0,032	0,063	-	-	-	0,111
<i>Handroanthus ochraceus</i>	0,033	0,038	0,030	-	-	-	-	-	0,101
<i>Agonandra brasiliensis</i>	0,038	0,049	0,012	-	-	-	-	-	0,098
<i>Mouriri elliptica</i>	0,009	0,051	0,021	-	-	-	-	-	0,081
<i>Rourea induta</i>	0,031	0,021	0,012	-	-	-	-	-	0,064

Tabela 23. Continuação.

Espécies	Classes diamétricas (cm)								Σ
	5 - 8,9	9 - 12,9	13 - 16,9	17 - 20,9	21 - 24,9	25 - 28,9	29 - 32,9	>33	
<i>Erythroxylum suberosum</i>	0,036	0,013	-	-	-	-	-	-	0,050
<i>Heisteria ovata</i>	0,005	0,018	-	0,022	-	-	-	-	0,045
<i>Psidium myrsinites</i>	0,012	0,011	0,022	-	-	-	-	-	0,045
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	0,007	0,034	-	-	-	-	-	-	0,040
<i>Tabebuia aurea</i>	0,002	0,030	-	-	-	-	-	-	0,032
<i>Acosmium dasycarpum</i>	0,006	0,023	-	-	-	-	-	-	0,029
<i>Byrsonima sp.1</i>	0,012	-	0,016	-	-	-	-	-	0,028
<i>Buchenavia tomentosa</i>	-	0,005	-	0,019	-	-	-	-	0,025
<i>Vatairea macrocarpa</i>	0,003	-	0,017	-	-	-	-	-	0,020
<i>Qualea grandiflora</i>	0,004	0,010	0,005	-	-	-	-	-	0,019
<i>Annona crassiflora</i>	-	0,005	0,010	-	-	-	-	-	0,015
<i>Myrcia guianensis</i>	0,010	0,004	-	-	-	-	-	-	0,014
<i>Byrsonima sp.2</i>	0,005	0,006	-	-	-	-	-	-	0,011
<i>Stryphnodendron adstrigens</i>	0,002	0,006	-	-	-	-	-	-	0,009
<i>Vochyseia rufa</i>	-	0,008	-	-	-	-	-	-	0,008
<i>Psidium pohlium</i>	0,002	0,004	-	-	-	-	-	-	0,006
<i>Eugenia aff ovalifolia</i>	-	0,006	-	-	-	-	-	-	0,006
<i>Dimorphandra mollis</i>	-	0,005	-	-	-	-	-	-	0,005
<i>Palicourea rigida</i>	0,005	-	-	-	-	-	-	-	0,005
<i>Neea theifera</i>	0,005	-	-	-	-	-	-	-	0,005
<i>Aspidosperma macrocarpa</i>	-	0,005	-	-	-	-	-	-	0,005
<i>Acosmium sp.</i>	0,004	-	-	-	-	-	-	-	0,004
<i>Hancornia speciosa</i>	-	0,004	-	-	-	-	-	-	0,004
<i>Eugenia sp1.</i>	-	0,003	-	-	-	-	-	-	0,003
<i>Tachigali paniculata</i>	0,002	-	-	-	-	-	-	-	0,002
<i>Tocoyena formosa</i>	0,002	-	-	-	-	-	-	-	0,002
<i>Rourea sp.</i>	0,002	-	-	-	-	-	-	-	0,002
<i>Aegiphila ihotzkiana</i>	0,002	-	-	-	-	-	-	-	0,002
<i>Eugenia sp2.</i>	0,001	-	-	-	-	-	-	-	0,001
<i>Miconia pohliana</i>	0,001	-	-	-	-	-	-	-	0,001
<i>Erythroxylum sp.</i>	0,000	-	-	-	-	-	-	-	0,000
Σ	1,601	2,818	2,251	1,052	1,037	0,594	0,435	1,120	10,908
% do total	14,68	25,83	20,63	9,64	9,51	5,44	3,99	10,27	100

* Espécies de maiores VI no Cerrado Típico.

Tabela 24: Distribuição da biomassa seca (t.ha⁻¹) por espécies e classes diamétricas no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Espécies	Classes diamétricas (cm)						Σ
	5 - 8,9	9 - 12,9	13 - 16,9	17 - 20,9	21 - 24,9	>25	
<i>Kielmeyera coriacea</i> *	0,235	0,255	0,085	0,022	-	-	0,598
<i>Hancornia speciosa</i> *	0,085	0,174	0,051	0,054	0,074	-	0,438
<i>Pouteria ramiflora</i> *	0,223	0,175	0,039	-	-	-	0,437
<i>Kyelmeyera petiolaris</i> *	0,185	0,099	0,073	0,003	0,041	-	0,401
<i>Salvertia convallariodora</i>	0,003	-	-	-	-	0,369	0,372
<i>Pouteria torta</i>	0,043	0,044	0,032	0,021	0,072	0,130	0,341
<i>Eugenia dysenterica</i>	0,048	0,100	0,026	0,106	-	-	0,281
<i>Tabebuia aurea</i>	0,017	0,037	0,074	-	-	-	0,129
<i>Vochysia tucanorum</i>	0,003	0,039	-	0,084	-	-	0,125
<i>Macherium opacum</i>	-	-	-	0,062	-	-	0,062
<i>Mouriri elliptica</i>	0,005	0,005	-	0,049	-	-	0,059
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	0,001	-	-	-	0,052	-	0,053
<i>Andira vemifuga</i>	0,005	0,005	0,023	-	-	-	0,033
<i>Enterolobium gummiiferum</i>	0,002	0,006	-	0,019	-	-	0,027
<i>Handroanthus ochraceus</i>	0,000	-	0,016	-	-	-	0,016
<i>Palicourea rigida</i>	0,010	0,004	0,002	-	-	-	0,016
<i>Qualea parviflora</i>	-	0,015	-	-	-	-	0,015
<i>Annona crassiflora</i>	0,007	0,005	-	-	-	-	0,012
<i>Agonandra brasiliensis</i>	0,002	0,009	-	-	-	-	0,011
<i>Dimorphandra mollis</i>	-	-	0,011	-	-	-	0,011
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	0,002	0,005	-	-	-	-	0,007
<i>Acosmium</i> sp,	-	0,007	-	-	-	-	0,007
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	-	0,006	-	-	-	-	0,006
<i>Erythroxylum suberosum</i>	0,005	0,001	-	-	-	-	0,006
<i>Tocoyena formosa</i>	0,004	-	-	-	-	-	0,004
<i>Lafoensia pacari</i>	0,002	-	-	-	-	-	0,002
<i>Myrcia guianensis</i>	0,002	-	-	-	-	-	0,002
<i>Byrsonima</i> sp,2	-	0,001	-	-	-	-	0,001
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0,001	-	-	-	-	-	0,001
<i>Byrsonima</i> sp,1	0,001	-	-	-	-	-	0,001
<i>Eugenia</i> sp1,	0,001	-	-	-	-	-	0,001
<i>Psidium pohlium</i>	0,001	-	-	-	-	-	0,001
<i>Rourea induta</i>	0,001	-	-	-	-	-	0,001
<i>Connarus suberosus</i>	0,000	-	-	-	-	-	0,000
Σ	0,896	0,993	0,431	0,420	0,239	0,499	3,477
% do total	25,762	28,557	12,397	12,079	6,862	14,342	100,000

* Espécies de maiores VI no Cerrado Ralo.

Ao relacionar a produção de biomassa e consequentemente carbono com a estrutura diamétrica das comunidades, verificou-se acréscimo da primeira para a segunda classe, a partir da qual ocorre decréscimo até a penúltima classe. Sendo que, as três primeiras classes respondem por mais de 60% da biomassa e carbono estocados no componente arbóreo das duas fitofisionomias, com o máximo estoque concentrado na segunda classe diamétrica, sendo $2,8 \text{ t.ha}^{-1}$ no Cerrado Típico e $0,9 \text{ t.ha}^{-1}$ no Cerrado Ralo, que corresponde respectivamente a 25,83% e 28,55% do estoque total deste compartimento nas duas fitofisionomias. Vale & Felfili (2005) também verificaram comportamento semelhante, onde o máximo de biomassa acumulada também ocorreu na classe diamétrica de 9 a 13 cm, que estocou $2,5 \text{ t.ha}^{-1}$ em um Cerrado *sensu stricto* no DF. Embora nas classes diamétricas superiores estejam os maiores estoques individuais, o elevado número de indivíduos nas menores classes faz com que os estoques por hectare sejam maiores neste intervalo, revelando que os indivíduos de pequeno porte constituem parte importante para manutenção dos estoques de biomassa e carbono, bem como funcionamento do ecossistema. As duas primeiras classes diamétricas contemplam 100% das espécies encontradas no inventário florestal do Cerrado Típico e 94% das espécies encontradas no Cerrado Ralo. Observa-se que na última classe ocorre acréscimo nos estoques, com $1,2 \text{ t.ha}^{-1}$ no Cerrado Típico, onde apenas quatro indivíduos respondem por 10,27% do estoque total deste compartimento; e $0,49 \text{ t.ha}^{-1}$ no Cerrado Ralo, onde apenas três indivíduos respondem por 14,34% do estoque total deste compartimento, certamente devido às características biométricas de diâmetro e altura que lhes conferem elevada biomassa.

3.4 Estoques de biomassa seca e carbono do componente herbáceo-arbustivo em Cerrado Típico e Cerrado Ralo

Para a vegetação herbáceo-arbustiva do Cerrado Típico, o estoque médio de biomassa seca foi de $3,06 \text{ t.ha}^{-1}$ ($[2,43 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 3,70 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$), correspondendo a um estoque médio de $1,53 \text{ t.ha}^{-1}$ de carbono ($[1,21 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 1,85 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$) neste compartimento. No Cerrado Ralo verificou-se valores superiores para estes estoques médios, que foram de respectivamente $5,63 \text{ t.ha}^{-1}$ ($[5,00 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 6,28 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$) e $2,82 \text{ t.ha}^{-1}$ ($[2,50 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 3,14 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$). Quando comparadas pelo teste t ($\alpha = 0,05$), as médias dos estoques de biomassa seca e carbono no compartimento herbáceo-arbustivo foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) para as duas fitofisionomias estudadas. Poucos trabalhos que buscam quantificar estoques de biomassa e carbono em Cerrado *sensu stricto* apresentaram estimativas para o compartimento herbáceo-arbustivo. Ribeiro et al. (2011), utilizando metodologia semelhante à do presente estudo, observaram para um Cerrado *sensu stricto* em MG estoque médio de $4,68 \text{ t.ha}^{-1}$ de biomassa seca na vegetação arbustiva. O valor apresentado pelos autores é bastante superior ao verificado no presente estudo, visto que os autores quantificaram apenas biomassa lenhosa, excluindo a presença de gramíneas.

As duas fitofisionomias apresentam comportamentos distintos no que se refere aos estoques por componentes deste compartimento avaliado (Tabelas 25 e 26). No Cerrado Ralo, as gramíneas respondem por cerca de 96% dos estoques de biomassa seca e carbono, enquanto no Cerrado Típico, os componentes galhos, folhas e gramíneas contribuíram de maneira equivalente para tais estoques. Em estudo realizado por Abdala et al. (1998), verificou-se que o estrato herbáceo-arbustivo de um Cerrado *sensu stricto* no DF estoca em média $5,58 \text{ t.ha}^{-1}$ de biomassa seca, das quais $4,13 \text{ t.ha}^{-1}$ correspondem a biomassa de gramíneas, que respondem por 74% do estoque neste compartimento. Conforme estes autores,

nos cerrados a proporção de gramíneas varia de 50 a 80%, dependendo da densidade da cobertura arbórea, estação de amostragem e regime do fogo. Corroborando com os resultados encontrados, dados publicados por Ottmar et al. (2001), também confirmam que a biomassa de gramíneas é maior no Cerrado Ralo que no Cerrado Típico. Os autores observaram, para Cerrado Ralo, biomassa de gramíneas variando de 1,76 t.ha⁻¹ a 9,95 t.ha⁻¹ para nove localidades diferentes estudadas nesta fitofisionomia, enquanto que para Cerrado *sensu stricto* os valores variaram de 1,11 t.ha⁻¹ a 1,69 t.ha⁻¹. De acordo com Ribeiro & Walter (2008), o subtipo ralo representa a forma mais baixa e menos densa do Cerrado *sensu stricto*, onde a camada de arbustos e ervas é a mais destacada quando comparada aos subtipos denso e típico, especialmente pela cobertura graminosa.

Tabela 25: Estoques de biomassa seca e carbono nos diferentes componentes do compartimento herbáceo-arbustivo do Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

Variável	Média	S _y . t	(S _y . t)%	Limite Inferior	Limite Superior	% do Total
Biomassa -Total (t. ha ⁻¹)	3,06	0,64	20,77	2,43	3,70	100
Biomassa-Gramíneas (t. ha ⁻¹)	1,14	0,25	21,56	0,89	1,38	37
Biomassa - Galhos (t. ha ⁻¹)	1,16	0,45	39,15	0,70	1,61	38
Biomassa- Folhas (t. ha ⁻¹)	0,77	0,27	35,19	0,50	1,04	25

S_y. t = Erro amostral em termos absolutos e (S_y. t)% = Erro amostral em termos relativos.

Tabela 26: Estoques de biomassa seca e carbono nos diferentes componentes do compartimento herbáceo-arbustivo do Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Variável	Média	S _y . t	(S _y . t)%	Limite Inferior	Limite Superior	% do Total
Biomassa -Total (t. ha ⁻¹)	5,63	0,64	11,39	5,00	6,28	100
Biomassa-Gramíneas (t. ha ⁻¹)	5,42	0,57	10,48	4,85	5,98	96,28
Biomassa - Galhos (kg ha ⁻¹)	17,674	15,050	85,15	2,624	32,725	0,31
Biomassa- Folhas(kg ha ⁻¹)	4,736	3,613	76,30	1,122	8,349	0,08

S_y. t = Erro amostral em termos absolutos e (S_y. t)% = Erro amostral em termos relativos.

No Cerrado Típico da Fazenda Guará, o estrato herbáceo-arbustivo é caracterizado pela presença de arbustos lenhosos, indivíduos da regeneração, gramíneas e pequenas herbáceas que juntamente com *Syagrus petraea* (palmeira acaule) compõem o estrato rasteiro.

Nas parcelas alocadas para quantificação da biomassa, foram observados no Cerrado Típico indivíduos da regeneração natural de *Qualea parviflora*, *Pouteria ramiflora*, *Kyelmeyera coriacea*, *Stryphnodendron adstringens*, *Connarus suberosus* e *Myrcia guianenses*. No Cerrado Ralo, a presença de arbustos lenhosos é praticamente nula, predominando o estrato graminoso, onde se observa indivíduos de *Syagrus petraea* amplamente distribuídos. A presença de indivíduos da regeneração natural também caracteriza este compartimento no Cerrado Ralo, sendo observados indivíduos de *Kyelmeyera coriacea*, *Pouteria ramiflora*, *Connarus suberosus* e *Palicourea rigida* nas parcelas amostradas.

3.5 Estoques de biomassa seca e carbono da serrapilheira em Cerrado Típico e Cerrado Ralo

No Cerrado Típico, existe em média $4,81 \text{ t.ha}^{-1}$ de biomassa seca ($[3,26 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 6,36 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$) estocadas na serrapilheira, o que corresponde a um estoque médio de $2,13 \text{ t.ha}^{-1}$ de carbono ($[1,45 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 2,82 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$) neste compartimento (Tabela 27). Para o Cerrado Ralo, verificou-se valores inferiores para estes estoques médios, que foram respectivamente de $3,75 \text{ t.ha}^{-1}$ ($[2,80 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 4,70 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$) e $1,66 \text{ t.ha}^{-1}$ ($[1,24 \text{ t.ha}^{-1} \leq \mu \leq 2,08 \text{ t.ha}^{-1}] = 0,95$) (Tabela 28). Quando comparadas pelo teste t ($\alpha = 0,05$), as médias dos estoques de biomassa seca e carbono no compartimento serrapilheira foram estatisticamente iguais ($p > 0,05$) para as duas fitofisionomias estudadas.

Tabela 27: Estoques de biomassa seca e carbono presentes na serrapilheira do Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

Variável	Média	$S_{\bar{y}} \cdot t$	$(S_{\bar{y}} \cdot t)\%$	Limite Inferior	Limite Superior
Biomassa seca (t. ha^{-1})	4,81	1,55	15,40	3,26	6,36
Carbono (t. ha^{-1})	2,13	0,69	15,40	1,45	2,82

$S_{\bar{y}} \cdot t$ = Erro amostral em termos absolutos e $(S_{\bar{y}} \cdot t)\%$ = Erro amostral em termos relativos.

Tabela 28: Estoques de biomassa seca e carbono presentes na serrapilheira do Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

Variável	Média	$S_{\bar{y}} \cdot t$	$(S_{\bar{y}} \cdot t)\%$	Limite Inferior	Limite Superior
Biomassa seca (t. ha^{-1})	3,75	0,95	12,05	2,80	4,70
Carbono (t. ha^{-1})	1,66	0,42	12,05	1,24	2,08

$S_{\bar{y}} \cdot t$ = Erro amostral em termos absolutos e $(S_{\bar{y}} \cdot t)\%$ = Erro amostral em termos relativos.

Quantificando os estoques de biomassa seca e carbono na serrapilheira de Cerrado *sensu stricto*, Paiva et al. (2011) encontraram estoques médios de $7,11$ e $3,62 \text{ t.ha}^{-1}$, respectivamente. Moraes (2012) quantificou que, em média, existe $6,24 \text{ t.ha}^{-1}$ de biomassa seca armazenadas na serrapilheira de Cerrado *sensu stricto* na sub-bacia do Rio São Francisco no norte de MG, o que corresponde a um estoque médio de $3,05 \text{ t.ha}^{-1}$ de carbono. Dois dos cinco fragmentos estudados por este autor apresentaram estoques de carbono próximos aos encontrados no presente estudo, sendo observados valores médios de $1,04 \text{ t.ha}^{-1}$ e $2,04 \text{ t.ha}^{-1}$. Ribeiro et al. (2011) verificaram média de $6,31 \text{ t.ha}^{-1}$ para o estoque de biomassa seca neste compartimento em um Cerrado *sensu stricto* de MG. Observa-se, portanto, que os estoques de carbono na serrapilheira de Cerrados *sensu stricto* variam na ordem de $1,04 \text{ t.ha}^{-1}$ a $3,62 \text{ t.ha}^{-1}$, de acordo com trabalhos realizados nesta fisionomia, e que os valores observados no presente estudo encontram-se dentro destes limites de variação, tendendo ao limite inferior.

3.6 Estoques totais de biomassa e carbono em Cerrado Típico e Cerrado Ralo

A biomassa aérea total no Cerrado Típico foi de 19,30 t.ha⁻¹, correspondendo ao estoque total de 9,65 t.ha⁻¹ de carbono. No Cerrado Ralo, os estoques aéreos totais de biomassa e carbono foram 12,99 t.ha⁻¹ e 6,50 t.ha⁻¹ respectivamente. Dados da literatura mostram que a biomassa aérea total, quando se considera os compartimentos arbóreo, herbáceo-arbustivo e serrapilheira em Cerrado *sensu stricto*, varia de 12,55 t.ha⁻¹ a 76,63t.ha⁻¹ (Abdala et al., 1998; Castro & Kauffmam, 1998; Ottmar, 2001; Ribeiro et al., 2011). Contudo, poucos são os trabalhos que buscaram até o momento quantificar os estoques nesses diferentes compartimentos, sendo as metodologias de estimativas muito variadas nos trabalhos existentes. Para o Cerrado *sensu stricto* no DF, Abdala et al. (1998) verificou estoque aéreo total de 39,8 t.ha⁻¹ de biomassa. Considerando compartimento arbóreo, serrapilheira e arbustos lenhosos, Ribeiro et al. (2011) observaram para o Cerrado *sensu stricto* em MG estoque total de biomassa aérea de 76,63 t.ha⁻¹. Estimativas por meio de estereofotografias realizadas por Ottmar et al. (2001) mostraram para nove áreas de Cerrado Ralo, biomassa aérea total variando de 12,55 t.ha⁻¹ a 39,05 t.ha⁻¹. Para cinco áreas de Cerrado *sensu stricto*, os autores verificaram biomassa aérea total variando de 20,9 t.ha⁻¹ a 58, 01 t.ha⁻¹. Conforme Castro & Kauffmam (1998) a biomassa aérea total (incluindo árvores, estrato herbáceo-arbustivo, e serrapilheira) tende a ser maior à medida que a vegetação tende a ser mais densa. Os autores verificaram que a biomassa aumentou ao longo do gradiente de 5,5 t.ha⁻¹ para Campo Limpo a 29, 4 t.ha⁻¹ no Cerrado Denso.

Provavelmente a diferença entre os valores encontrados para as duas fitofisionomias estudadas ocorreram devido variações na estrutura da vegetação desses dois cerrados. Neste caso, a caracterização das duas fitofisionomias , abordada no Capítulo 1, permite concluir que o Cerrado Típico apresenta maior riqueza, densidade de indivíduos e área basal média quando comparado ao Cerrado Ralo, que se caracteriza pela presença de vegetação mais aberta, com árvores espaçadas e mais baixas, que provavelmente refletirá em menor biomassa por área.

No Cerrado Típico, o maior estoque está concentrado no compartimento arbóreo seguido da serrapilheira e herbáceo-arbustivo (Figura 23). No Cerrado Ralo, os maiores estoques estão concentrados no componente herbáceo-arbustivo, que representa 44,13% do total, dos quais 42% correspondem as gramíneas (Figura 24). Ao contrário do que acontece no Cerrado Típico, nesta fitofisionomia o compartimento arbóreo responde pelo menor estoque verificado.

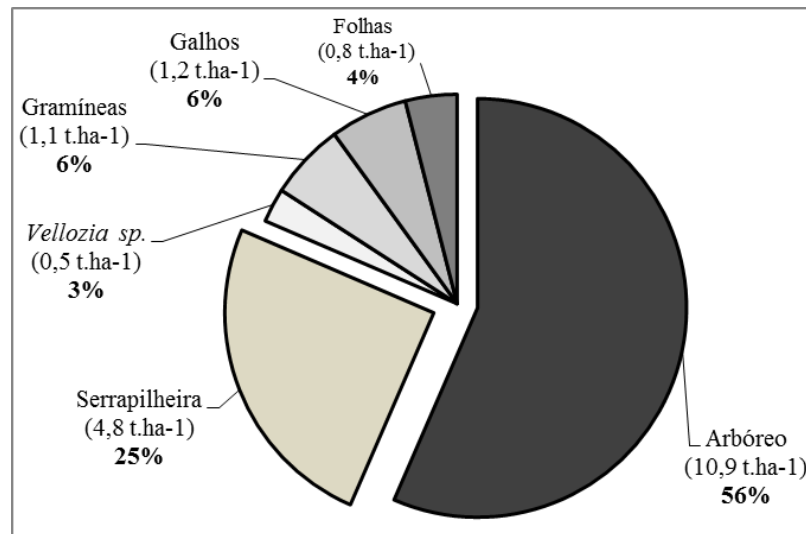


Figura 23: Distribuição do estoque de biomassa aérea total nos compartimentos avaliados no Cerrado Típico, Jaborandi, BA.

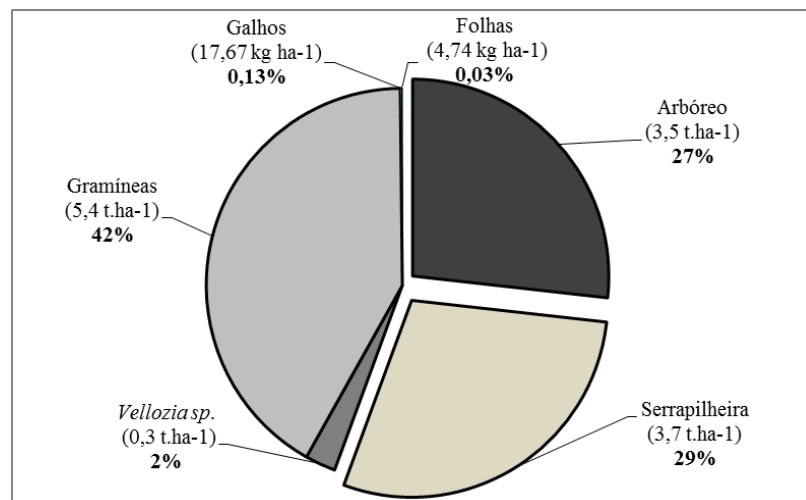


Figura 24: Distribuição do estoque de biomassa aérea total por compartimento avaliado no Cerrado Ralo, Jaborandi, BA.

O expressivo estoque de biomassa presente nas gramíneas do Cerrado Ralo aponta alta fragilidade deste ambiente em relação ao efeito do fogo, já que este estrato graminoso queima-se com facilidade, liberando carbono e alterando a dinâmica nutricional do ecossistema. Conforme Pivello & Coutinho (1992), em média, 95% do nitrogênio e entre 42% e 59% do fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, inicialmente contidos na biomassa da vegetação herbáceo-subarbusciva do Campo Cerrado, são liberados para a atmosfera, sendo necessário intervalo mínimo de três anos entre queimadas sucessivas para promover a ciclagem sem afetar negativamente o balanço nutricional do ecossistema. Por compreender o material morto depositado sobre o solo, a serrapilheira, responsável por 29% do estoque de

biomassa no Cerrado Ralo e 25% no Cerrado Típico, é também um material muito susceptível à ação do fogo nestes ambientes naturalmente abertos, especialmente no Cerrado Ralo. Castro & Kauffmann (1998) observaram que a eficiência de combustão da serrapilheira é maior em ambientes abertos, onde a radiação solar é maior. Conforme Miranda & Sato (2005), a presença de árvores e arbustos nas formações mais fechadas de cerrado influenciam o microclima local, alterando as características do fogo.

O aumento da frequência do fogo nestes ambientes certamente reduz o recrutamento de indivíduos arbóreos, favorecendo o estabelecimento da vegetação herbácea ao reduzir a densidade de árvores no ecossistema (Moreira, 2000). Sendo assim, ainda que o fogo favoreça o estabelecimento deste estrato herbáceo, que estoca expressiva quantidade de biomassa, se ocorrendo indiscriminadamente ao longo do tempo, é capaz de alterar a dinâmica do estrato arbóreo. Este estrato, por sua vez, consiste naquele de degradação lenta e que melhor resiste à passagem do fogo no cerrado, sendo capaz de manter quantidades expressivas de carbono estocado durante as queimadas naturalmente frequentes na fitofisionomia, ao contrário do estrato graminoso que funciona como potencial combustível para o fogo e degrada-se rapidamente, liberando carbono para a atmosfera.

Os impactos negativos sobre o compartimento arbóreo em cerrados, causados pelo efeito indiscriminado do fogo e manejo insustentável, refletem também nos estoques de biomassa e carbono das raízes e outros órgãos subterrâneos, visto que há neste caso substituição de um sistema radicular complexo e profundo para outro homogêneo e superficial. Concomitante à redução da densidade de indivíduos arbóreos, está também a alteração do estoque de serrapilheira, visto sua forte relação com a presença do estrato arbóreo. Werneck et al. (2001), observaram que as diferenças quantitativas na produção de serrapilheira em três trechos de floresta decídua ocorreram devido as diferenças estruturais e consequente formação de dossel mais desenvolvido. A serrapilheira, por sua vez, compreende o compartimento responsável pela conexão entre as matrizes aérea e subterrânea, comportando-se como fonte substancial de nutrientes e carbono para o solo, comumente distrófico em ambientes de cerrado. Sabe-se ainda que, o manejo inadequado da vegetação arbórea pode levar à degradação dos solos, principalmente e mais rapidamente em ambientes como estes, onde predominam solos com elevados teores de areia, naturalmente frágeis. Deste modo, o principal dreno de carbono no bioma, o solo, pode ser intensamente alterado, cuja conservação, bem como a capacidade de estocagem de carbono, estão intimamente relacionadas à presença da vegetação arbórea, ocorrendo, conforme Aduan et al. (2003), estoques concentrados sob as árvores.

Ao avaliar a dinâmica do compartimento arbóreo em áreas de Cerrado *sensu stricto* amostradas no projeto Biogeografia do Bioma Cerrado, Miranda (2012) observou que áreas amostradas em unidades de conservação apresentaram diferenças nos estoques entre uma medição e outra. Em área que experimenta fogo com frequência, a biomassa diminuiu ao longo do tempo, enquanto que em outra área que não experimenta fogo, houve incremento na biomassa, corroborando com o fato de que o fogo indiscriminado altera a estrutura e estoques em cerrados. Áreas onde as queimadas ocorrem em intervalos mínimos de cinco anos, a biomassa aumentou significativamente ao longo do tempo. Conforme Bustamante & Oliveira (2008), mudanças florísticas e estruturais da vegetação provocadas pelo fogo, concomitante ao aumento da vegetação herbáceo-graminosa, elevam os riscos de novas queimadas, além de reduzir o albedo e a rugosidade da vegetação. Essas mudanças são, numa escala maior, responsáveis por aumentos na temperatura e nos fluxos de elementos químicos para atmosfera e por reduções nos índices pluviométricos, que por sua vez, aumentam as chances de ocorrência de novas queimadas.

4 CONCLUSÕES

Com base nas medidas de precisão e distribuição residual, as equações provenientes dos modelos de *Schumacher* e *Hall* (logaritimizada) e *Schumacher* e *Hall* foram respectivamente escolhidas para estimar os estoques de biomassa seca e de carbono no compartimento arbóreo do Cerrado Típico e Cerrado Ralo. A biomassa aérea total no Cerrado Típico foi de 19,30 t.ha⁻¹, correspondendo a um estoque total de 9,65 t.ha⁻¹ de carbono, onde o compartimento arbóreo foi responsável pela maior parte dos estoques (56%), seguido da serrapilheira (25%) e herbáceo-arbustivo (19%). No Cerrado Ralo, os estoques aéreos totais de biomassa e de carbono foram respectivamente de 12,99 t.ha⁻¹ e 6,50 t.ha⁻¹. Nesta fitofisionomia, observou-se que a maior parte dos estoques está concentrado no compartimento herbáceo-arbustivo (42%), o qual é composto predominantemente por gramíneas, onde o compartimento arbóreo respondeu pela menor parte dos estoques (27%), precedido da serrapilheira (29%). Os valores observados se encontram no intervalo verificado para outras áreas de Cerrado estudadas no Brasil, demonstrando que os valores verificados para cerrados influenciados pela Formação Urucuia na Região do Espigão Mestre do São Francisco parecem estar no limite inferior deste intervalo, assemelhando-se com áreas amostradas sobre Neossolos Quartzarênicos.

5 CONCLUSÕES GERAIS

A vegetação do Cerrado *sensu stricto* desenvolvido sobre a Formação Urucuia na ecorregião do médio São Francisco, apresenta composição florística e estrutura diferente daqueles desenvolvidos sobre Latossolos em outras unidades fisiográficas. As vegetações aqui estudadas apresentam menor densidade e dominância do componente arbóreo, assemelhando-se a cerrados amostrados sobre Neossolos Quartzarênicos. Diferenças florísticas e estruturais também são observadas entre os subtipos típico e ralo dentro de uma mesma unidade de terra, ainda que em áreas próximas, confirmando a elevada diversidade beta do Cerrado *sensu stricto*. No Cerrado Típico, onde a riqueza, diversidade, densidade e dominância do componente arbóreo são maiores, os estoques de biomassa e carbono foram superiores aos verificados para o Cerrado Ralo.

No Cerrado Típico, a equação proveniente do modelo de *Schumacher* e *Hall* (logaritimizada), se mostrou eficiente para estimar os estoques de biomassa e carbono do compartimento arbóreo. Nesta fitofisionomia, os maiores estoques concentraram no compartimento arbóreo, seguido da serrapilheira e compartimento herbáceo-arbustivo. Já no Cerrado Ralo, o compartimento arbóreo responde pela menor parte dos estoques, onde as gramíneas predominam armazenando elevada quantidade de biomassa e carbono, seguido da serrapilheira. Nesta fitofisionomia, a equação proveniente do modelo de *Schumacher* e *Hall* se mostrou eficiente para estimar os estoques de biomassa e carbono do compartimento arbóreo. Observa-se que os estoques de biomassa e carbono para os compartimentos arbóreo e arbustivo são estatisticamente diferentes entre as fitofisionomias estudadas, ao passo que os estoques de serrapilheira são estatisticamente semelhantes.

Ainda que apresentem estoques inferiores a outros biomas e até mesmo outras áreas de Cerrado *sensu stricto*, a quantificação acurada destas variáveis nestas duas fitofisionomias, bem como o levantamento florístico e estrutural suficiente dessas áreas, confirmam as particularidades dessas vegetações, onde observa-se com frequência a presença de espécies popularmente reconhecidas como potenciais ao manejo em ambientes savânicos do Cerrado.

A bibliografia consultada revela preocupante ameaça à biodiversidade e qualidade ambiental no bioma Cerrado pela intensa pressão antrópica sofrida e altamente intensa nos cerrados do oeste baiano, onde até o momento são escassos trabalhos dessa natureza. Isso indica substancial necessidade de realização de estudos sobre florística, diferentes estoques, bem como estratégias de manejo sustentável para esta região. A caracterização florística e estrutural, bem como a quantificação dos estoques de biomassa seca e carbono mostraram a relevante riqueza e diversidade presente nesta área, que além de abrigar expressiva diversidade da flora, abriga também elevada diversidade de organismos da fauna silvestre, além riquíssimo potencial hídrico, onde o papel da vegetação é imprescindível para a conservação dos solos, que são naturalmente frágeis. Os resultados aqui apresentados contribuem para o entendimento do comportamento do Cerrados *sensu stricto* nesta região, que é estratégica para conservação do bioma.

6 BIBLIOGRAFIA

- ABDALA, G.C. et al. Above and belowground organic matter and root : shoot ratio in a Cerrado in central Brazil. **Brazilian Journal of Ecology**, 2(1), p.11-23. 1998.
- ADUAN, R.E.; VILELA, M. F.; KLINK, C. A. **Ciclagem de carbono em Ecossistemas Terrestres – O Caso do Cerrado Brasileiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 30p. 2003.
- ARAÚJO, T. M.; HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. **Forest Ecology and Management**, vol.117, n.1, p.43-52. 1999.
- AMORIM JR, V.; LIMA, O. A. L. Avaliação hidrogeológica do Aquífero Urucuia na bacia do rio das Fêmeas - BA usando resistividade e polarização elétrica induzida. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, n.2, p. 117-129. 2007.
- ANDRADE, L. R. et al. Relação entre a Disponibilidade do Ni nos Solos Ultramáficos de Goiás e Plantas Nativas: Levantamento Exploratório. In: IX SIMPOSIO NACIONAL CERRADO- DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA O EQUILÍBRIO ENTRE SOCIEDADE, AGRONEGÓCIO E RECURSOS NATURAIS; II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS. Brasília. **Anais ...** Brasília. 2008.
- ARAÚJO, T. M.; HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. **Forest Ecology and Management**, vol.117, n.1, p.43-52. 1999.
- ASSUNÇÃO, S.L.; FELFILI, J.M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, 18(4), p. 903-909. 2004.
- BALDUINO, A. P. C. et al. Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do Cerrado da flora de Paraopeba – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n.1, p. 25-34. 2005.
- BAIS, C. R. **Tamanho de parcelas para quantificação de biomassa e carbono em uma Floresta Ombrófila Densa na Mata Atlântica**. 2008. 74 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- BERNASOL, W. P.; LIMA-RIBEIRO, M. S. Estrutura espacial e diamétrica de espécies arbóreas e seus condicionantes em um fragmento de cerrado sentido restrito no sudoeste goiano. **Hoehnea**, 37(2), p. 181-198. 2010.

BODIG, J.; JAYNE, B.A. **Mechanics of wood and wood composites**. Florida: Krieger Publishing Company, 1993. 735p.

BURGER, D. M.; DELLETTI, W.B.C. Allometric models for estimating the phytomass of a secondary Atlantic Forest area of southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v.8, n 4, 2008.

BUSTAMANTE, M. M. C.; OLIVEIRA, E. L. Impacto das Atividades Agrícolas, Florestais e Pecuárias nos Recursos Naturais. In: FALEIRO, F.G.; A.L. FARIAS NETO (Org.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados. p. 647-669. 2008.

CABACINHA, C.D.; CASTRO, S.S. Estrutura Diamétrica e Estado de Conservação de Fragmentos Florestais no Cerrado Brasileiro. **Floresta e Ambiente**, 17(1), p. 51-62. 2010.

CARVALHO, A.R.; MARQUES-ALVES, S. Diversidade e índice sucessional de uma vegetação de cerrado sensu stricto na Universidade Estadual de Goiás – UEG, campus de Anápolis. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.81-90. 2008.

CASTRO, E.A.; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, 14, p.263–283.1998.

CASTRO, K.B. et al. **Caracterização Geomorfológica do Município de Jaborandi, Oeste baiano, escala 1:100.000**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 32p. 2010.

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

COLWEL, R. K. 2013. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versão 9. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimate>>.

CPRM. **Relatório diagnóstico Sistema Aquífero Urucuia, Bacia Sedimentar Sanfranciscana / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil**. Belo Horizonte. vol.10, 43 p. 2012.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 1, p.17-23, 1978.

DEAED- Divisão de Atividades Educacionais. Observatório Nacional. **Atmosfera**, Edição 2011, nº3. Rio de Janeiro, 2011. 32p.

DELLETTI, W.B.; MEGURO, M.; PAUSAS, J. G. Biomass and minerallmass estimates in a cerrado ecosystem. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.4, p.531-540. 2006.

DIAS, B.F.S. Conservação da biodiversidade no bioma Cerrado: Histórico dos impactos antrópicos no bioma Cerrado. In:FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. (Org.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: EMBRAPA, 2008. p. 303-33.

FELFILI, J. M. et al. Procedimentos e Métodos de Amostragem da Vegetação. In:_____(Org.). **Fitossociologia no Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2011. p. 86-121.

FELFILI, J.M. et al . Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. **Acta botânica brasílica**, 16(1), p.103-112. 2002.

FELFILI, J.M. et al.Diversity, floristics and structural patterns of cerrado vegetation in central Brazil.**Plant Ecology** ,75, p. 37-46. 2004.

FELFILI, J.M. et al. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* na Chapada Pratinha, DF, Brasil. **Acta botânica brasílica**, 6(2), p.27-46. 1992.

FELFILI, J.M. et al. Projeto biogeografia do Boma Cerrado: Vegetação & Solos. **Caderno de Geociências do IBGE**, Rio de Janeiro, n. 12, p. 75-166.1994.

FELFILI, J.M.; CARVALHO, F.A.; HAIDAR, R.F. **Manual para o monitoramento da parcelas permanentes no biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 55p.

FELFILI, J.M.; REZENDE, A.V.; SILVA-JÚNIOR, M.C. (Org.). **Biogeografia do Bioma Cerrado - Vegetação e solos da chapada dos Veadeiros**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2007. 242p.

FELFILI, J.M.; SILVA JÚNIOR, M.C. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília DF. **Acta botânica brasílica**, 2 (1-2),p. 85- 104. 1988.

FELFILI, J.M.; SILVA JÚNIOR, M.C. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.).**Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**.Brasília:Ministério do Meio Ambiente. 2005. p.143-154.

FELFILI, M. C.; **Proposição de critérios florísticos, estruturais e de produção para o manejo de cerrado sensu stricto do Brasil central**. 2008. 133p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

FELFILI, M.C; FELFILI, J.M. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta botânica brasílica**, 15(2), p.243-254. 2001.

FONSECA, M.S.; SILVA-JÚNIOR, M.C. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. **Acta botânica brasílica**, 18(1), p.19-29. 2004.

FORZZA, R.C. et al. Síntese da diversidade brasileira. In: _____.(Org.). **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010, p. 21-39.

HARIDASAN, M. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2005. p.167-178.

HARIDASAN, M. Nutrição Mineral de Plantas Nativas do Cerrado. **R. Bras. Fisiol.Veg.**, 12(1), p.54-64. 2000.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London, Academic Press. 1977. 892 p.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. 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, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 125-145.

HOFFMANN, W. A.; JACKSON, R. B. Vegetation-Climate Feedbacks in the Conversion of Tropical Savanna to Grassland. **Journal of Climate**, 13, p. 1593 – 1602. 2000.

IBGE. **Manual técnico da Vegetação brasileira**. 271p. 2012.

INEMA. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade/ Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Governo do Estado da Bahia**. Mapa temático. 2014

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2007: climate change impacts, adaption and vulnerability. Disponível em: <http://ipcc.ch/>. Acesso em 07 mai. 2012.

KLINK. C, A.; MACHADO. R, B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidades**, vol.1, n.1, p.147-155. 2005.

LILLIENFEIN, J. et al. Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian Cerrado. **J. Plant. Nutr. Soil Sc.**, 164, p. 487- 495. 2001

LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. Recursos Hídricos do Bioma Cerrado, importância e situação. In: SANO, S. M.; DE ALMEIDA, S. P., RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado Ecologia e Flora**. v.1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2008. p. 89-105.

MACHADO, R.B. et al. Caracterização da Fauna e Flora do Cerrado. In: FALEIRO, F.; FARIAS NETO, A.L.(Org.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 285-300.

MAGURRAM, A.E. **Medindo a diversidade biológica**. Paraná: Editora UFPR, 261 p. 2011.

MARTINS. E, S.; REATTO. A. Cartografia de paisagens do bioma cerrado e funcionamento de solos representativos. **II Mostra de Resultados de Pesquisa dos Projetos Finalizados em 2006 e 2007**. EMBRAPA Cerrados, p. 86- 94. 2009.

MCT. MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2010. **Segunda comunicação nacional do Brasil à convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima**. Brasília, 280p.

MEDEIROS, M.B.; WALTER, B.M.T.; SILVA, G.P. Fitossociologia do cerrado *stricto sensu* no município de Carolina, MA, Brasil. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 285-294. 2008.

MEDEIROS, M.M.; FELFILI, J.M.; LIBANO, A.M. Comparação florístico-estrutural dos estratos de regeneração e adulto em cerrado *sensu stricto* no Brasil central. **Cerne**, Lavras, v. 13, n.3, p. 291-298. 2007.

MENDONÇA, R.C. et al. Flora Vascular do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2008. p.421-1.279.

MIRANDA, H. S.; SATO, M. N. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2005. p.95-105.

MIRANDA, S. C.; **Variação espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado**. 2012, 143p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília. 2012.

MITTERMEIER, R. A.; GIL P. R.; HOFFMAN M.; PILGRIM J.; BROOKS T.; MITTERMEIER C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA G. A. B. (Eds.). **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. México: CEMEX. 2005. 392p.

MMA. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: Cerrado/ Ministério do Meio Ambiente.** Brasília, 200 p. 2011.

MORAIS, V. A. **Modelagem e espacialização do estoque de carbono de cerrado *sensu stricto* em Minas Gerais.** 2012. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2012.

MORAIS, V. A. et al. Carbon and biomass stocks in a fragment of cerrado in Minas Gerais state, Brazil. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 2, p. 237-245. 2013.

MOREIRA, A.G. Effects of Fire Protection on Savanna Structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography** , 27, p. 1021-1029. 2000.

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Método de Levantamento do Componente Arbóreo-Arbustivo. In: FELFILI, J. M. et al. (Org.). **Fitossociologia no Brasil.** Viçosa: Editora UFV, p.174 - 207 2011.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403 (24), p.853 - 858. 2000.

NETTESHEIM, F. C. et al. Estrutura e florística do estrato arbóreo no cerrado *sensu stricto* de Buritis, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, 61(4), p.731- 747. 2010.

OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. **The Cerrados of Brazil: ecology and nature history of a neotropical savanna.** Columbia Univerty Press. New York. 368p. 2002.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. et al. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 5, p.413- 431. 1989.

OTTMAR, R.D. et al. **Stereo Photo series for Quantifying Cerrado Fuels in Central Brazil- Volume I.** Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 87p. 2001.

PAIVA, A.O.; FARIA, G.E. Estoques de carbono do solo sob cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal, Brasil. **Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas**, vol.1,n.1, p. 60-65. 2007.

PAIVA, A.O.; REZENDE, A. V.; PEREIRA, R. S. Estoque de Carbono em Cerrado *Sensu stricto* no Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p. 527-538. 2011.

PELLICO NETO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal.** Curitiba: UFPR. 1997.316p.

PIVELLO, V.R.; COUTINHO, L.M. Transfer of Macro-Nutrients to the Atmosphere during Experimental Burnings in an Open Cerrado (Brazilian Savanna). **Journal of Tropical Ecology**, 8, p.487-497.1992.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S. RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation III: Comparison of the wood vegetation of 376 areas. **Jornal of Botany**, Edinburg, v. 60, p. 57- 109. 2003.

REATTO, A. et al. Solos do Bioma Cerrado, aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; DE ALMEIDA, S. P., RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2008. p.107-134.

RESENDE, M.L.F.; GUIMARÃES, L.L. **Inventários da biogeografia do bioma Cerrado: Biogeografia de plantas**. IBGE, 14p. 2007.

REZENDE, A.V. et al. 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 Florestales**, n. 71, p. 65- 76. 2006.

REZENDE, A.V.; FELFILI, J. M. Avaliação do estoque de carbono de cerrado *sensu stricto* do Brasil Central. **Comunicações técnicas florestais**, v.6, n.2, 27p. 2004.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; DE ALMEIDA, S. P., RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado Ecologia e Flora**. v. 1. Brasília: Embrapa, 2008. p. 151-199.

RIBEIRO, J.F. et al. **Caracterização Florística e Potencial de Uso das Espécies Vasculares Ocorrentes nas Fazendas Trijunção, BA**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 45p. 2001.

RIBEIRO, J.F. et al. Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua diversidade vegetal. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2005. p.385-399.

RIBEIRO, S. C. et al. Above - and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**. 262, p. 491–499. 2011.

RIBEIRO, J. F. AQUINO, G. F. **Conservação e Manejo da biodiversidade do bioma Cerrado (CMBBC)**. II Mostra de Resultados de Pesquisa dos Projetos Finalizados em 2006 e 2007. EMBRAPA Cerrados, p.107- 113. 2009.

RUFINI, A. L.; **Volumetria peso de matéria seca, teor de tanino e cortiça para o cerrado sensu stricto em Minas Gerais**. 2008. 264p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2008.

SANO E. E; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. **Mapeamento e Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado: Estratégias e Resultados**. Planaltina: Embrapa, Cerrados. 2007.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. et al.(Org.) **As florestas e o carbono**. Curitiba: [s.n.], 2002, p. 119-140.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 443p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal: Parte I: Modelos de regressão linear e não linear; Parte II: Modelos para relação hipsométrica, volume, afilamento e peso de matéria seca**.Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 352 p.

SCOLFORO, J. R. S. MELLO, J. M.; OLIVEIRA, A. D. **Cerrado:Florística, Estrutura, Diversidade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Áreas Aptas para Manejo Florestal**. Lavras: Editora UFLA, 2008b. 816p.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; ACERBI JÚNIOR, F. W. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Equações de Volume, Peso de Matéria Seca e Carbono para Diferentes Fitofisionomias da Flora Nativa**. Lavras: Editora UFLA, 2008a. 216p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012**. Brasília: SFB, 2013. 188p.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; DE ALMEIDA, S. P., RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado Ecologia e Flora. v. 1**.Brasília: Embrapa, 2008. p. 69 - 87.

SILVA JUNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 147-158. 2005.

SILVA JÚNIOR, M.C.; SARMENTO, T.R. Comunidades lenhosas no cerrado sentido restrito em duas posições topográficas na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, DF, Brasil. **Rodriguésia**, 60 (2), p. 277-294. 2009.

SILVA, C.J. et al.Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Acta Amazônica**, vol. 37(4), p.543 – 548.2007.

SILVA, J.S.; FELFILI, J.M. Distribuição de diâmetros de um cerradão distrófico no Distrito Federal (DF), Brasil. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 463-470. 2012.

SILVA, L.O. et al. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado *sensu stricto* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta botânica brasílica**, 16(1), p. 43-53. 2002.

SILVA, R. M.B. **Relação Solo- Vegetação em uma Área de Cerrado sob Influência do Grupo Urucuia**. 2011. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambientais e Florestais)- Universidade Federal Rural Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

SILVEIRA, E. P.; COSTA, R. B. Florística da vegetação remanescente de Cerrado *sensu stricto* em terra indígena no noroeste do Mato Grosso, Brasil. **Rev. Biol. Neotrop.** 6(2), p. 15-25. 2009.

SILVEIRA, J. **Estoque e Indicadores de Carbono em Cerradão e Cerrado *stricto sensu***. 2010.118p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente). Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2010.

SILVEIRA, P. **Métodos indiretos de estimativa do conteúdo de biomassa e do estoque de Carbono em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa**. 2008. 129p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SILVEIRA, P. et al. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, Curitiba, v.38, p. 185-206. 2008.

SINIMBU, G. et al .Fitossociologia em Cerrado Sentido Restrito na Floresta Nacional de Brasília – DF. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 1183-1185. 2007.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. Dendrometria e Inventário Florestal. Editora UFV. 272 p. 2011.

STERNBERG, L. S. L. Savana- forest hysteresis in the tropics.**Global Ecology and Biogeography**, 10, p.369- 378, 2001.

VALE, A .T.; FELFILI, J. M. Dry biomass distribution in a cerrado *sensu stricto* site in Central Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n.5, p. 661 – 669. 2005.

WALTER, B. M. T.; CARVALHO, A. M.; RIBEIRO, J. F. O Conceito de Savana e seu Componente Cerrado.In: SANO, S. M.; DE ALMEIDA, S. P., RIBEIRO, J. F (Org.). **Cerrado Ecologia e Flora Vol. 1**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2008. p.19-41.

WEISER, V. L.; GODOY, S.A.P. Florística em um hectare de cerrado *stricto sensu* na ARIE – Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. **Acta botânica brasílica**, 15(2), p. 201-212. 2001.

WERNECK, M. S. et al. Produção de serrapilheira em três trechos de um floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica de Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista brasileira botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 195–198.2001.