

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

**Estimativa de volume, biomassa e carbono da
vegetação lenhosa de floresta estacional no estado
de Goiás**

CLARINE CORRÊA DA COSTA ROCHA

Orientador: Alba Valéria Rezende

Dissertação de mestrado em Ciências Florestais

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Estimativa de volume, biomassa e carbono da vegetação lenhosa de floresta
estacional no estado de Goiás

CLARINE CORRÊA DA COSTA ROCHA

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

APROVADO POR:

Prof. Dr^a Alba Valéria Rezende (Departamento de Engenharia Florestal / UnB);
(Orientador)

Prof. Dr. Ailton Teixeira do Vale (Departamento de Engenharia Florestal / UnB);
(Examinador Interno)

Prof. Dr. Gilciano Saraiva Nogueira (Departamento de Engenharia Florestal / UFVJM);
(Examinador Externo)

Prof. Dr. Reginaldo Sérgio Pereira (Departamento de Engenharia Florestal / UnB);
(Examinador Suplente)

Brasília, 28 de abril de 2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus. Sem Ele, nada teria sido feito.

Agradeço a Professora Alba pela paciência e disposição a me ajudar. Foi muito mais que uma orientadora, foi amiga, companheira, uma verdadeira mestre e um grande exemplo de profissional.

Agradeço aos meus pais, Juarez e Keila, por todo carinho, amor, paciência, compreensão, dedicação e incentivo.

Agradeço as minhas irmãs, Laiana e Tamisa, por toda paciência, amor e carinho.

Agradeço aos meus amigos que me ajudaram na coleta de dados deste trabalho, sem estas pessoas tudo teria sido bem mais difícil: Raul, Gabriel, Victor, Gean, Hugo, Renato, Raiane, Carlos Eduardo, Nathalia, Pedro, Seu Sebastião, Juraci, Cardoso e Irving. Não poderia deixar de citar a Isabel, Michelle e Tassiane que foram verdadeiras companheiras nestes dois anos.

Agradeço aos professores Ailton e Reginaldo que me ajudaram na realização deste trabalho.

É a todos os meus amigos e familiares que de alguma maneira me ajudaram nesta caminhada até hoje.

Por fim, agradeço a CAPES pela bolsa concedida e ao CNPq pelo apoio financeiro destinado a realização deste trabalho.

A todos, meu muito OBRIGADA!!!

RESUMO

Estimativa de volume, biomassa e carbono da vegetação lenhosa de floresta estacional no estado do Goiás

Autor: Clarine Corrêa da Costa Rocha

Orientadora: Alba Valéria Rezende

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília, abril de 2011

Este trabalho tem como objetivo estimar o volume, a biomassa e o estoque carbono acima do nível do solo da vegetação lenhosa arbórea em uma floresta estacional localizada na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO. Para atender este estudo foi utilizado o sistema de amostragem em dois estágios. O primeiro estágio consistiu na divisão da área da mata em transectos (unidades primárias) de 20 x 200 m, perpendiculares a encosta, e subsequente escolha aleatória de três transectos para compor a amostra. O segundo estágio consistiu na subdivisão dos transectos selecionados em subunidades de 20 x 20 m e, posteriormente, na amostragem sistemática de cinco subunidades dentro de cada unidade primária. Todos os indivíduos, vivos ou mortos em pé, com diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) igual ou superior a 5 cm foram etiquetados com placas de alumínio, identificados botanicamente e seus diâmetros e alturas (H) registrados. Com estes dados, foram avaliados a composição florística e a estrutura da vegetação. Foram testados, também, vários modelos matemáticos para estimar o volume, biomassa verde e seca e carbono por árvore, por espécie e para a comunidade, em função da combinação das variáveis DAP e H. Para o ajuste dos modelos, foram selecionadas, aproximadamente, 10% das árvores por classe de diâmetro, que foram cubadas rigorosamente e tiveram seu peso verde e umidade máxima anotado. O cálculo do volume foi feito utilizando a Fórmula de Smalian e a massa seca utilizando a fórmula do teor de umidade. A para obtenção do estoque de carbono foi adotada a proporção de carbono em madeiras igual a 50% da massa seca. O modelo de Schumacher & Hall foi escolhido para estimar o volume, biomassa verde e seca e o carbono da vegetação estudada. A floresta estacional decidual estocou na sua parte aérea, ou seja, galhos e fuste, 88,65 m³.ha⁻¹ de volume, 87,27 t.ha⁻¹ de biomassa verde, 39,17 t.ha⁻¹ de biomassa seca e 19,35 t.ha⁻¹ de carbono. As espécies que mais se destacaram por apresentarem altos valores de IVI são as mesmas que obtiveram os maiores estoques de volume, biomassa verde e seca e carbono, foram elas: *Tabebuia impetiginosa*, *Callisthene fasciculata*, *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium*, *Dilodendron bipinnatum*, *Casearia rupestris* e *Guazuma ulmifolia*.

Palavras-chave: Floresta Estacional Decidual, Fitossociologia, Composição Florística, Volume, Biomassa Verde, Biomassa Seca, Carbono.

ABSTRACT

Estimated volume, biomass and carbon in woody vegetation of seasonal forest in the state of Goiás

Author: Clarine Corrêa da Costa Rocha

Advisor: Alba Valéria Rezende

Program of Postgraduate in Forest Sciences

Brasilia, April 2011

This work aims to estimate the volume, biomass and carbon stock above ground level of the woody vegetation of trees in a seasonal forest located in the Canaã Farm, Campos Belos, GO. To serve this work, it was used the sampling system in two stages. The first stage consisted in the division of the forest area in transects (primary units) of 20 x 200 m, perpendicular to the hillside, and subsequent random selection of three transects for the work sample. The second stage consisted in the subdivision of the selected transects in subunits of 20 x 20 m, and subsequently in systematic sampling of five subunits within each primary unit. All individuals, standing dead or alive, with a diameter at 1.30 m above the ground (DAP) equal to or greater than 5 cm were tagged with aluminum plates, botanically identified and their diameters and heights (H) registered. With these data, it was assessed the floristic composition and vegetation structure. Several models were also tested to estimate the volume, green and dry biomass and carbon per tree by species and for the community, depending on the combination of DAP and H. To fit models, approximately 10% of trees were selected by diameter class, which were rigorously scaled and their green weight and maximum humidity noted. The computation of volume was done using the Smalian Formula and of dry mass using the formula of humidity content. In order to obtain the carbon stock was determined the ratio of carbon in wood equals to 50% of the dry mass. The model of Schumacher & Hall was chosen to estimate the volume, the green and dry biomass, and the carbon from vegetation studied. The deciduous seasonal forest stocked in their aerial part, i.e. branches and bole, 88,65 m³.ha⁻¹ of volume, 87,27 t.ha⁻¹ of green biomass, 39,17 t.ha⁻¹ of dry biomass and 19,35 t.ha⁻¹ of carbon. The species that stood out for having higher IVI values are the same as that obtained the highest stocks of volume, green and dry biomass, and carbon, they were: *Tabebuia impetiginosa*, *Callisthene fasciculata*, *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium*, *Dilodendron bipinnatum*, *Casearia rupestris* and *Guazuma ulmifolia*.

Keywords: Deciduous Seasonal Forest, Phytosociology, Floristic composition, Volume, Green Biomass, Dry Biomass, Carbon.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo geral.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
1.3. Justificativa	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O bioma Cerrado	3
2.2. Floresta estacional decidual	5
2.3. Volume de madeira.....	8
2.4. Biomassa	9
2.5. Estoque de carbono.....	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1. Descrição da área.....	12
3.2. Coleta de Dados	14
3.2.1. Inventário florestal	14
3.2.2. Determinação do volume, biomassa verde e seca e carbono	15
3.3. Análises dos dados.....	19
3.3.1. Suficiência da amostragem	19
3.3.2. Composição florística	20
3.3.3 Análise da estrutura da vegetação	20
3.3.4. Ajuste e seleção de modelos estatísticos para estimativa dos estoques por árvore em volume, biomassa verde e seca e carbono	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1. Suficiência amostral.....	24
4.2. Composição florística.....	27
4.3. Ajustes dos modelos para estimar o estoque em volume e em biomassa verde.....	34
4.4. Ajustes dos modelos de estoque em biomassa seca e carbono	41
4.5. Estoque de volume de madeira na floresta estacional decidual	47
4.6. Estoque em biomassa verde na floresta estacional decidual	50
5. CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Modelos matemáticos testados para estimar os estoques em volume, biomassa verde e seca e carbono.....	23
Tabela 2. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando as variáveis densidade e dominância em uma floresta estacional decídua da Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	25
Tabela 3. Lista da flora arbórea amostrada no fragmento de floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	28
Tabela 4. Distribuição de frequência absoluta e relativa por classe de diâmetro das árvores com DAP \geq 5 cm, amostradas em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO, e valores do coeficiente de Liocourt e frequência absoluta das árvores selecionadas por classe de diâmetro que foram cubadas rigorosamente visando a obtenção de dados de estoque de volume, biomassa verde e seca e carbono.....	30
Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em um fragmento de floresta estacional decidual, na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO	31
Tabela 6. Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações alométricas para estimar o estoque em volume de árvores com DAP \geq 5 cm em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	35
Tabela 6. Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações alométricas para estimar o estoque em biomassa verde de árvores com DAP \geq 5 cm em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	39
Tabela 7. Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações alométricas para estimar o estoque em biomassa seca de árvores com DAP \geq 5 cm em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	42
Tabela 8. Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações alométricas para estimar o estoque em carbono de árvores com DAP \geq 5 cm em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	45
Tabela 9. Estoque em volume de madeira ($m^3.ha^{-1}$), por espécie, para as árvores com DAP \geq 5 cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	47
Tabela 10. Estoque de volume, em $m^3.ha^{-1}$, por classe diamétrica, para as árvores com DAP \geq 5 cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	49

Tabela 11. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando a variável volume de madeira ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	50
Tabela 12. Estoque em biomassa verde (t.ha^{-1}), por espécie, para as árvores com $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	51
Tabela 13. Estoque de biomassa verde, em t.ha^{-1} , por classe diamétrica, para as árvores com $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	52
Tabela 14. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando a variável biomassa verde (t.ha^{-1}) em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	53
Tabela 15. Estoque em biomassa seca (t.ha^{-1}), por espécie, para as árvores com $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	54
Tabela 16. Estoque em carbono (t.ha^{-1}), por espécie, para as árvores com $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	55
Tabela 17. Estoque de biomassa seca, em t.ha^{-1} , por classe diamétrica, para as árvores com $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	56
Tabela 18. Estoque de carbono, em t.ha^{-1} , por classe diamétrica, para as árvores com $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	57
Tabela 19. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando a variável biomassa seca em uma floresta estacional decidual da Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	59
Tabela 20. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando a variável carbono em uma floresta estacional decidual da Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....	59

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Distribuição das florestas estacionais decíduais tropicais no Brasil. Destaque para a bacia do Rio Paraná (contorno em vermelho entre os estados de Goiás e Tocantins), área do presente estudo. Adaptado de Scariot e Sevilha (2005).....6
- Figura 2.** Imagem de satélite (CBERS HRC 156/114 de 16/10/2008) da área de estudo localizada na Fazenda Canaã, no município de Campos Belos, GO....12
- Figura 3.** Evidência da extração de madeiras comerciais como aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) na Fazenda Canaã, Município de Campos Belos, GO.....13
- Figura 4.** Curva espécie-área e curva platô das espécies amostradas na floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....27
- Figura 5.** Distribuição diamétrica da comunidade arbórea registradas no inventário realizado na floresta estacional decidual da Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....33
- Figura 6.** Gráficos de distribuição de resíduos percentuais de estoque em volume em função do DAP, gerados a partir das equações alométricas ajustadas para a floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....37
- Figura 7.** Gráficos de distribuição de resíduos percentuais de estoque de biomassa verde em função do DAP, gerados a partir das equações alométricas ajustadas para a floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....40
- Figura 8.** Gráficos de distribuição de resíduos percentuais de estoque de biomassa seca em função do DAP, gerados a partir das equações alométricas ajustadas para a floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....43
- Figura 9.** Gráficos de distribuição de resíduos percentuais de estoque de carbono em função do DAP, gerados a partir das equações alométricas ajustadas para a floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.....46

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas, a destruição dos biomas e a poluição são formas evidentes de alterações ambientais. Estas mudanças, apesar de sempre existirem, vêm aumentando ao longo dos anos, em níveis de intensidade bastante elevados. No Brasil, por exemplo, várias paisagens já foram profundamente alteradas e, atualmente, áreas que não sofreram qualquer tipo de intervenção antrópica são muito raras.

No caso específico do Cerrado, as transformações ambientais têm sido alarmantes. Sano et al (2008), utilizando imagens de satélite Landsat, identificaram que 39,5% do bioma apresenta algum tipo de uso de terra (culturas agrícolas, pastagens cultivadas, reflorestamentos, áreas urbanas ou áreas de mineração). Machado et al. (2004), por meio de imagens do sensor MODIS (resolução de 250 metros de pixel), estimaram uma taxa anual média de desmatamento para o bioma igual a 1,1%, o que equivale a uma perda de 2,2 milhões de hectares ao ano num cenário mais conservacionista. No cenário menos otimista, esta taxa atingiu uma média anual de 1,5%, o que representaria uma perda anual de aproximadamente três milhões de hectares. Estes valores tiveram como base os registros de desmatamento no período de 1985 a 2002. Os autores afirmam que a destruição, fragmentação e isolamento de ambientes naturais neste ecossistema já causaram perdas superiores a 50% da sua cobertura original e, ainda, informam que apenas 2,2% da área remanescente encontra-se efetivamente incorporada em unidades de conservação.

As transformações ocorridas no Cerrado trazem grandes danos ambientais, tais como degradação de ecossistemas, fragmentação de habitats, extinção de espécies, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e, possivelmente, modificações climáticas regionais (MMA, 2007).

As mudanças climáticas estão sendo consideradas como responsáveis por drásticas alterações no equilíbrio dos diferentes ecossistemas, e, nesse contexto, a vegetação tem uma importância considerável na minimização dos problemas decorrentes das alterações do clima. Estudos têm comprovado que as plantas conseguem sequestrar mais rapidamente o gás carbônico (CO₂) e,

conseqüentemente, estocá-lo na sua estrutura (CHANG, 2002; RENNER, 2004). O CO₂ é o principal causador do efeito estufa (IPCC, 1995), fenômeno que agrava as transformações do clima.

Diante do exposto, a quantificação dos estoques de volume, biomassa e carbono são de suma importância para a tomada de decisões no manejo dos recursos florestais, para o real e completo aproveitamento de todas as partes da árvore (raízes, tronco, galhos), além de fornecer subsídios para cálculos das emissões de gases do efeito estufa gerados pela queima e decomposição da matéria orgânica e cálculos do seqüestro de carbono das plantas. Logo, é inquestionável a importância das estimativas destes estoques para um melhor entendimento, não só sobre as mudanças ambientais globais (SILVEIRA et al, 2008), como sobre toda dinâmica da vegetação.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi quantificar os estoques em volume, biomassa e carbono em uma área de floresta estacional decidual, que é uma fitofisionomia do bioma Cerrado ainda muito pouco estudada. Os resultados obtidos ajudarão a estabelecer programas de conservação e manejo das áreas ainda remanescentes, bem como subsidiar programas de recuperação de áreas degradadas.

1.1. Objetivo geral

Estimar os estoques em volume, biomassa e carbono acima do nível do solo da vegetação lenhosa arbórea (DAP \geq 5cm) de uma floresta estacional decidual localizada no município de Campos Belos, GO.

1.2. Objetivos específicos

- Avaliar a composição florística e a estrutura da vegetação;
- Selecionar diferentes modelos estatísticos para estimar estoques em volume, biomassa verde e seca e carbono, da vegetação lenhosa arbórea aérea (DAP \geq 5cm) na área de estudo;
- Estimar os estoques em volume, biomassa e carbono, por espécie e para a comunidade estudada, a partir dos modelos selecionados.

1.3. Justificativa

São raras as informações sobre os estoques em volume, biomassa e carbono da vegetação arbórea em florestas estacionais decíduais. Tais informações são essenciais para subsidiar programas de manejo florestal sustentável dessas áreas. Tais formações florestais possuem espécies de grande valor econômico que são exploradas de forma insustentável. A partir de informações sobre volume, biomassa e carbono da vegetação lenhosa dessa fitofisionomia do bioma Cerrado, algumas decisões poderão ser tomadas no sentido de melhorar os programas de conservação e manejo desta vegetação, além de servir como base para trabalhos que têm como finalidade recuperação de áreas degradadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O bioma Cerrado

No Brasil pode-se considerar a ocorrência de seis grandes biomas: A Floresta Amazônica, o Cerrado, os Campos e Florestas Meridionais, a Floresta Atlântica, a Caatinga e o Pantanal (RIBEIRO & WALTER, 1998). Cada bioma, com características e especificidades bastante distintas, se destaca pela alta biodiversidade, o que coloca o Brasil como um dos países de maior diversidade biológica do planeta. Estudos indicam que apenas a flora brasileira abriga um sexto das espécies de todo o planeta (MYERS et al., 2000).

Na região do Cerrado, por exemplo, já foram identificadas mais de 12.000 espécies vegetais (MENDONÇA et al., 2008), grande variedade de vertebrados terrestres e aquáticos e elevado número de invertebrados, evidenciando a grande riqueza do bioma, tanto em fauna quanto em flora (MACHADO et al., 2004). Segundo Myers et al. (2000), cerca de 1,5% do total de espécies de plantas endêmicas do mundo ocorre nesse bioma. A diversidade da flora vascular do bioma é refletida pela grande variedade de tipos fisionômicos (RATTER et al., 2000; SILVA et al., 2006). O Cerrado reúne formações savânicas, campestres e florestais.

As formações savânicas são áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo, dentro desta categoria pode-se citar: cerrado *sensu stricto*, parque cerrado, palmeiral e vereda (RIBEIRO & WALTER, 1998; RIBEIRO & WALTER, 2008).

As formações florestais pertencem a dois grupos: aquele associado aos cursos de água, geralmente em solos mais úmidos, o qual reúne a mata ciliar e a mata de galeria, e o que não possui associação com cursos de água (interflúvios), que geralmente ocorre em solos mais ricos em nutrientes e que inclui a mata seca e o cerradão (OLIVEIRA FILHO & RATTER, 1995; RIBEIRO & WALTER, 1998; RIBEIRO & WALTER, 2008).

As formações campestres são áreas com predomínio de espécies herbáceas e arbustivas, compreendendo campo sujo, campo rupestre e campo limpo (RIBEIRO & WALTER, 1998; RIBEIRO & WALTER, 2008).

Na década de 90 já era reconhecida a rica biodiversidade do Cerrado, porém, ao mesmo tempo observava-se a ocupação do bioma sem nenhum planejamento adequado (DIAS, 1990). O estado de conservação do Cerrado sempre foi muito precário em função de suas boas condições de topografia, tipo de terreno e facilidade de desmatamento.

O Cerrado representa a principal região brasileira produtora de grãos e gado de corte do Brasil. Com a ocupação das terras do Cerrado para a produção agropecuária, as áreas nativas foram sendo removidas em uma escala muito acelerada, especialmente, nas últimas décadas. Dias (1994) estimou que 37% da cobertura natural do Cerrado estavam alteradas no começo da década de 90. Pouco tempo depois, Mantovani & Pereira (1998) calcularam que 49% da área do bioma estavam fortemente antropizadas, demonstrando que os principais remanescentes do Cerrado estavam concentrados em sua porção nordeste. Dois anos depois, Myers et al. (2000) afirmaram que 80% da área original do Cerrado já tinha sofrido intervenções antrópicas.

Estudo mais recente avalia que, aproximadamente, 39,5% deste bioma já foram completamente transformados em áreas de cultivo, pastagem, mineração ou área urbana (SANO et al., 2008). Pesquisadores do Programa Cerrado da CI-Brasil (MACHADO et al., 2004) indicam, ainda, um valor pouco maior do que o encontrado por Sano et al. (2008) e estimam que dos 204

milhões de hectares originais, 57% já tenham sido completamente destruídos e a metade das áreas remanescentes estão bastante alteradas, podendo não mais servir aos propósitos de conservação da biodiversidade. Neste mesmo estudo, há um alerta sobre o risco de desaparecimento do Cerrado até 2030, ficando a vegetação remanescente restrita a unidades de conservação.

As principais causas das transformações ambientais no Cerrado são a ocupação desordenada, a expansão urbana e agropecuária, a exploração irracional dos produtos florestais e o uso indiscriminado do fogo (FIEDLER et al., 2004; MACHADO et al., 2004; KLINK & MACHADO, 2005). Como conseqüências dessas mudanças pode-se citar a fragmentação da paisagem, a perda da biodiversidade, a invasão biológica, a erosão do solo, a poluição da água e as mudanças no regime do fogo (KLINK & MACHADO, 2005; AQUINO & MIRANDA, 2008).

2.2. Floresta estacional decidual

Entre as formações florestais do Cerrado encontra-se a floresta estacional decidual também denominada de mata seca (RIBEIRO & WALTER, 1998; SAMPAIO, 2001; RIBEIRO & WALTER, 2008). É assim denominada, pois tem como característica a perda das folhas durante a estação seca, podendo chegar a um percentual igual a 35% (RIBEIRO & WALTER, 2008). Estima-se que mais de 80% das árvores fiquem sem folhas (NASCIMENTO et al., 2007). As plantas rasteiras que formam o sub-bosque, também, secam ficando com uma aparência que lembra a vegetação da Caatinga devido o tom acinzentado dos troncos e galhos (FELFILI et al., 2007).

Estas florestas ocorrem de formas disjuntas (SILVA et al., 2006) e cobrem cerca de 6% do território brasileiro (EMBRAPA, 2010). São encontradas, principalmente, nas regiões central e nordeste do país (SILVA & SCARIOT, 2004). Porém, há fragmentos de floresta estacional nas formações florestais sempre verdes da Floresta Amazônica, na região Norte, e na Mata Atlântica, na região Sul do país, estando, portanto, associadas a diferentes tipos fitofisionômicos (Figura 1) (SCARIOT & SEVILHA, 2005). Esta formação vegetal, em alguns lugares, encontra-se em áreas ainda muito pouco estudadas (MENDES et al., 2010), classificada pelo IBGE, como áreas de

contato savana/floresta estacional (SN). No bioma Cerrado, esta vegetação ocupa aproximadamente 15% da superfície (SILVA et al., 2006).

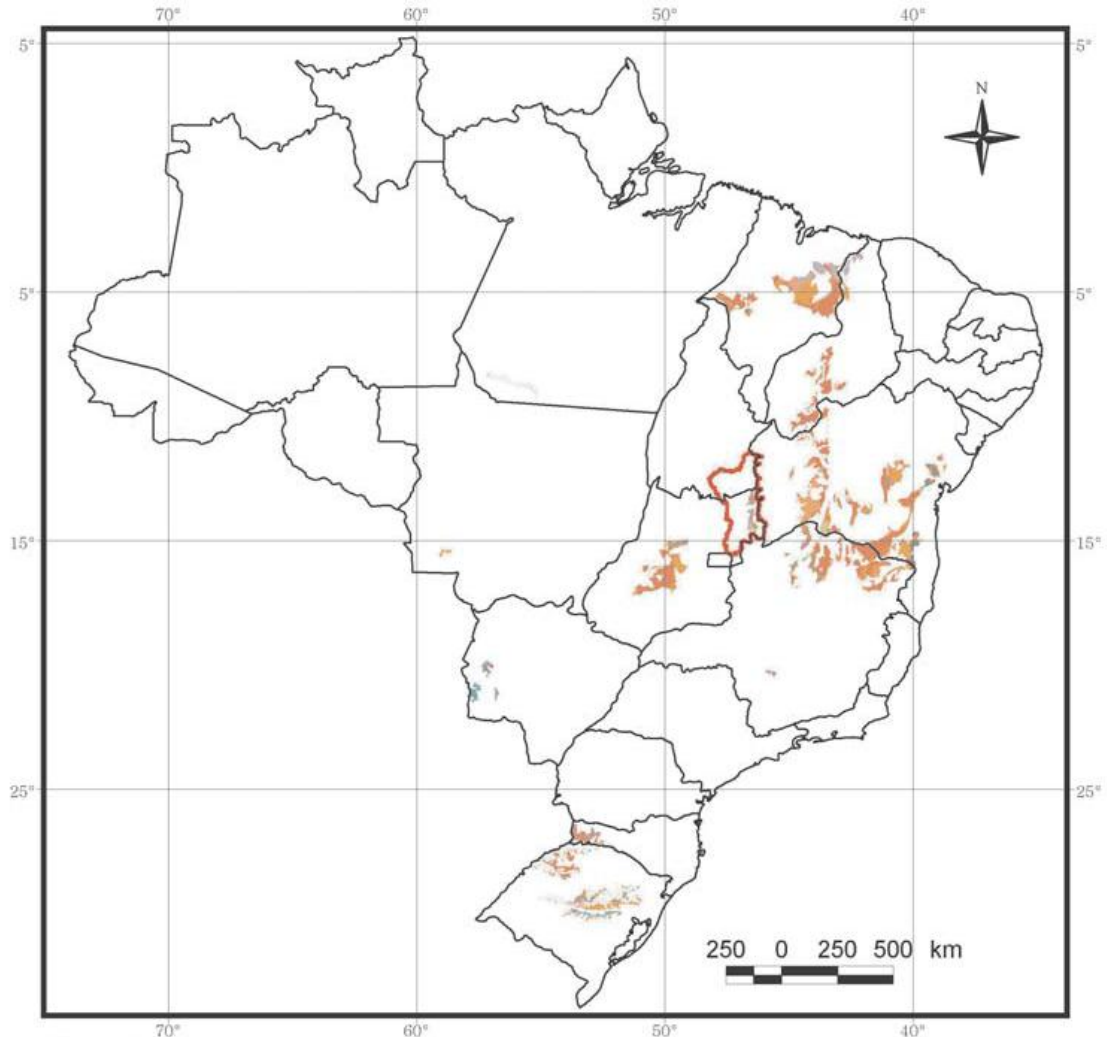


Figura 1 - Distribuição das florestas estacionais decíduais tropicais no Brasil. Destaque para a bacia do Rio Paraná (contorno em vermelho entre os estados de Goiás e Tocantins), área do presente estudo. Adaptado de Scariot e Sevilha (2005).

Prado & Gibbs (1993) mostram que, em tempos remotos, essa formação pode ter ocupado áreas extensas que interligavam as vegetações da Caatinga ao Chaco. Segundo estes autores, a retração dessa formação foi causada pela chegada de um período mais úmido, sobrando assim, somente, algumas manchas. A floresta estacional decidual desempenha um papel fundamental na paisagem, funcionando como ilhas que conectam a Caatinga ao Chaco

(FELFILI, 2003) e garantindo, assim, o fluxo gênico (SILVA & SCARIOT, 2004a) entre as florestas sazonais da América do Sul (FELFILI et al., 2007).

As florestas estacionais ocorrem onde a média anual de temperatura é superior a 17°C, a precipitação média anual é de 250 – 2000 mm (MURPHY & LUGO, 1986). É um tipo de vegetação caracterizada por duas estações climáticas bem demarcadas, uma chuvosa seguida de longo período biologicamente seco (IBGE, 1992).

A floresta estacional decidual não está associada a cursos de água, ocorrendo nos interflúvios (RIBEIRO & WALTER, 1998; RIBEIRO & WALTER, 2008). Pode ser encontrada em solos desenvolvidos em rochas básicas de alta fertilidade (Terra Roxa Estruturada, Brunizém ou Cambissolos) e em Latossolos Roxo e Vermelho-Escuro (RIBEIRO & WALTER, 1998; SILVA & SCARIOT, 2003). Nessas matas ocorrem espécies preferenciais de solos férteis, mas também espécies generalistas que ocorrem em vários outros tipos de solos e outras vegetações, como *Astronium fraxinnifolium* (FELFILI et al., 2007).

As árvores mais altas dessa vegetação chegam a atingir 30 metros e os maiores diâmetros ficam entre 50 e 100 cm com algumas espécies ultrapassando os 100 cm (FELFILI et al., 2007). A riqueza florística (com DAP \geq 5 cm) está na faixa de 35 a 55 espécies e a densidade por volta de 500 a 900 indivíduos por hectare (SILVA & SCARIOT, 2003, 2004 a,b; NASCIMENTO et al., 2004; NASCIMENTO, 2005; SCARIOT & SERVILHA, 2005; FELFILI et al., 2007). Segundo Scariot & Sevilha (2005), estas florestas têm altura e área basal menores que as encontradas para as florestas úmidas, o que é, provavelmente, causado pela sazonalidade da distribuição de chuvas, juntamente com as diferenças no volume de precipitação e a duração da estação chuvosa.

Segundo Whitmore (1997), as florestas estacionais deciduais são as florestas tropicais mais ameaçadas do planeta. A taxa de destruição chega a 0,96% ao ano e é maior do que a de qualquer outra formação florestal tropical. A exploração intensiva de espécies madeireiras de valor econômico, a extração seletiva sem critérios técnicos, a pecuária extensiva (BUENO, 2003) e a exploração de calcário para subsidiar atividades agrícolas e a construção civil (SCARIOT & SERVILHA, 2005; FELFILI et al., 2007; NASCIMENTO et al.,

2007) são alguns dos exemplos de atividades que degradam esta fitofisionomia.

A redução das áreas de ocupação natural dessa vegetação coloca suas populações sob ameaça de extinção e os fragmentos remanescentes estão em meio a uma matriz antropizada, o que prejudica a conservação deste ecossistema (BUENO, 2003). Atualmente são raras as áreas intactas, e quase sempre estão localizadas em locais de difícil acesso, geralmente sobre afloramentos de rochas calcárias (SCARIOT & SERVILHA, 2005).

2.3. Volume de madeira

A quantificação do volume sólido em povoamentos florestais é imprescindível para a implementação de planos de manejo sustentável das florestas (LEITE & ANDRADE, 2002). Para isso é preciso fazer o inventário florestal, executado por meio da avaliação de parte da população, e, através desta amostragem, os resultados são extrapolados para a área total (OLIVEIRA et al., 2005; MACHADO & FIGUEIREDO FILHO, 2006). Assim, obtêm-se estimativas da quantidade de madeira, da distribuição dessa e do potencial produtivo da floresta, dando maior suporte para o planejamento das operações florestais (LEITE & ANDRADE, 2002; THOMAS et al., 2006).

O volume real pode ser determinado de forma analítica através da cubagem rigorosa, que consiste na medição das variáveis diâmetro e comprimentos de seções, ao longo do tronco, assumindo alguns pressupostos sobre a forma; graficamente, em função de informações das variáveis diâmetro e altura da árvore, tomadas ao longo do fuste; pelo deslocamento de água, método do xilômetro; ou ainda, através de seu peso (MACHADO & FIGUEIREDO FILHO, 2006).

O volume pode ser estimado com base no fator de forma, equações de volume ou através de funções de afilamento (taper functions). Porém, há a necessidade de um banco de dados que permita o desenvolvimento destas técnicas. Logo, árvores representativas da população devem ser amostradas e seus volumes estimados com máximo rigor (MACHADO & FIGUEIREDO FILHO, 2006). O procedimento de maior uso na estimativa do volume individual é o emprego de equações em que o volume é a variável dependente,

associado a variáveis independentes de fácil mensuração na floresta, como o diâmetro à altura do peito e a altura (MACHADO et al., 2002).

Muitos modelos estatísticos foram desenvolvidas para estimar o volume de povoamentos florestais, e apesar da eficiência de alguns modelos, estes nem sempre se ajustam a todas as espécies e condições, sendo recomendável testá-los e, por meio de estatísticas adequadas, identificar o melhor modelo para cada caso (THOMAS et al., 2006).

Em face das diferentes fisionomias florestais existentes no Brasil e a variabilidade destas em função das diferenças nos fatores climáticos, edáficos e fisiográficos, os estudos sobre quantificações desta variável estão ainda localizados em algumas regiões e em fisionomias nas quais se tem um interesse específico (SCOLFORO et al., 2004).

2.4. Biomassa

Odum (1986) define biomassa como sendo a massa orgânica produzida por unidade de área, podendo ser expressa por peso de matéria seca, peso de matéria úmida e peso de carbono. Sanquetta (2002) e Sanquetta & Balbinot (2004) complementam esta definição acrescentando que a matéria de origem biológica pode ser viva ou morta, animal ou vegetal. Estes autores ainda distinguem a biomassa de origem vegetal, denominado-a por biomassa florestal ou fitomassa.

As florestas produzem biomassa através da fotossíntese. Este acúmulo é diferente de local para local e de indivíduo para indivíduo, e esta variação é reflexo dos diversos fatores ambientais a qual a planta está suscetível, além dos fatores inerentes a própria planta (SOARES et al., 2009).

As estimativas de biomassa de um ecossistema podem ser obtidas por métodos diretos ou indiretos. O método direto ou determinação é mais preciso, mas é de difícil obtenção, pois todas as árvores de uma área devem ser pesadas. O método indireto utiliza variáveis mais facilmente obtidas no campo, como o diâmetro à altura do peito (HIGUCHI et al., 1998; SANTOS et al., 2004). As estimativas podem ser feitas por meio de relações quantitativas ou matemáticas, como: razões ou regressões de dados provenientes de inventários florestais e dados de sensoriamento remoto (imagens de satélite)

(HIGUCHI & CARVALHO JÚNIOR, 1994). Entretanto, vale ressaltar, que os métodos diretos são imprescindíveis para gerar os métodos indiretos, já que os últimos são desenvolvidos com base em dados obtidos a partir de métodos diretos - determinação (BURGE & DELITTI, 2008).

As estimativas de biomassa florestal são informações imprescindíveis nas questões ligadas às áreas de manejo florestal e de clima. No primeiro caso, a biomassa está relacionada com os estoques de macro e micro nutrientes da vegetação (HIGUCHI et al., 1998), além de fornecer informações quanto a utilização da floresta com a finalidade de gerar energia (SILVEIRA et al., 2008). No segundo, a biomassa é usada para estimar os estoques de carbono (KETTERINGS et al., 2001; BURGE & DELITTI, 2008; SILVEIRA et al., 2008), que, por sua vez, são utilizados para estimar a quantidade de CO₂, que é liberada à atmosfera durante o processo de queimadas.

A estimativa de biomassa acima do solo é imprescindível aos estudos do balanço global de carbono (HIGUCHI et al., 1998; KETTERINGS et al., 2001). Higuchi et al. (1998) citam que as estimativas de biomassa representam um importante indicador para monitorar e avaliar a exportação de nutrientes após exploração florestal, na busca de minimizar os impactos ambientais gerados por essa atividade.

Por sua grande importância no contexto ambiental e pelo fato das florestas serem as maiores acumuladoras de biomassa do planeta, a sociedade civil organizada e a mídia vêm demandando dos profissionais que atuam na área florestal, a geração de informações e conhecimentos a respeito da produtividade das diferentes fitofisionomias do país (SANQUETTA, 2002).

2.5. Estoque de carbono

Desde o início das discussões sobre as mudanças climáticas, em diferentes fóruns mundiais, o uso da terra e das florestas como mecanismo para mitigar as mudanças climáticas devido ao efeito-estufa sempre foi considerado. No entanto, por causa de incertezas científicas sobre as emissões de CO₂, decorrentes das atividades de desmatamento, e sobre as taxas de desmatamento em todo o mundo, esse assunto gera, ainda, muita polêmica. Somente a partir do estabelecimento dos mecanismos de flexibilização no

Protocolo de Quioto, em 1997, na Convenção das Partes-3 (COP-3), o foco da discussão migrou para o seqüestro de carbono pelas florestas, como uma das alternativas de compensação das emissões dos países industrializados (YU, 2002).

A quantificação do carbono nos ecossistemas tropicais é de suma importância, uma vez que as florestas contribuem para a estabilidade ambiental, a partir da mitigação das temperaturas extremas, do aumento das precipitações regionais e da prevenção da erosão e deterioração do solo. Além disso, as florestas têm papel fundamental no ciclo do carbono. A vegetação constitui-se, em muitos casos, como sumidouros, ou seja, pelo processo da fotossíntese, absorve CO₂ da atmosfera e armazena carbono em sua biomassa, formando grandes reservatórios desse elemento (SILVEIRA et al., 2008).

Estudos revelaram que tanto fatores bióticos quanto abióticos influenciam o estoque de carbono nas florestas (HOUGHTON, 2002). Zhao & Zhou (2006), estudando uma floresta na China, concluíram que as mudanças climáticas podem reduzir o potencial de fixação de carbono das florestas. Segundo estes autores, o aumento de temperatura pode resultar na redução da precipitação, o que restringe o crescimento das florestas, causando a redução da fixação de carbono pela vegetação.

Muitos estudos vêm sendo realizados visando obter estimativas sobre a contribuição de cada ecossistema na absorção de carbono atmosférico. Apesar do recente aumento de interesse em quantificar o estoque de carbono na vegetação, são poucas as pesquisas sobre o auxílio das florestas nativas para minimizar os efeitos das mudanças climáticas, fato esse justificado pela complexidade científica do tema e a carência de especialistas, principalmente, brasileiros nesta área (BRASIL, 2004).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da área

O presente estudo foi realizado na região norte-nordeste do Estado de Goiás, no Município de Campos Belos, na Fazenda Canaã, localizada na Zona 23 L, sob as coordenadas UTM 331857 Leste e 8562872 Sul (Figura 2).

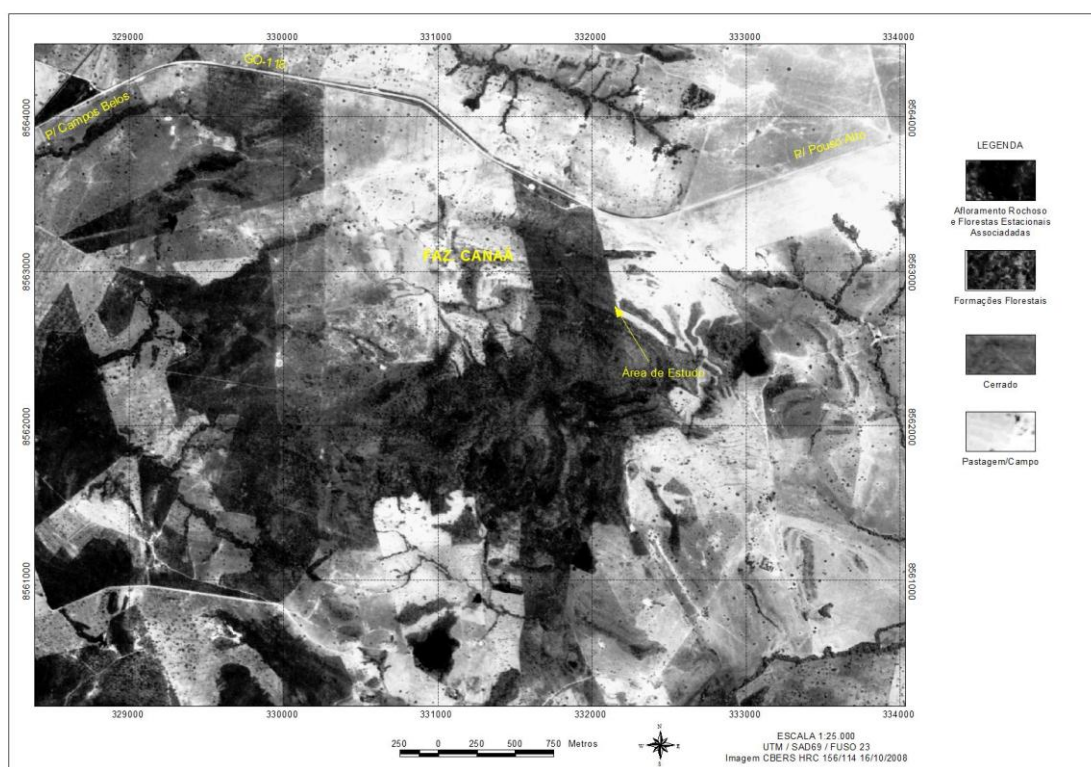


Figura 2. Imagem de satélite (CBERS HRC 156/114 de 16/10/2008) da área de estudo localizada na Fazenda Canaã, no município de Campos Belos, GO.

Na região ocorrem duas estações climáticas bem definidas, sendo uma chuvosa seguida de longo período seco (junho a outubro). O clima da região, de acordo com classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw (IBGE, 1995). A temperatura média máxima igual a 36°C ocorre no mês de setembro e a mínima de 16°C ocorre em julho (SIMEHGO, 2010). A pluviosidade da região é cerca de 900 mm anuais com período de maior intensidade de chuva de novembro a março e de menor intensidade de julho a setembro (SIMEHGO, 2010).

O fragmento estudado encontra-se em uma encosta sobre afloramento de rochas calcárias com declividade máxima de 24% com altitude média de 722 metros acima do nível do mar. O solo predominante da região é do tipo cambissolo (IBGE, 2005).

O tipo de vegetação predominante na propriedade é o cerrado *sensu stricto*, que ocorre de forma bastante fragmentada, mas existem também fragmentos de floresta estacional decidual. Grande parte da área da propriedade é ocupada por pasto, sendo outras áreas destinadas ao cultivo de grãos.

A propriedade está inserida numa área ainda pouco estudada no âmbito do bioma Cerrado, classificada pelo IBGE, como área de contato savana/floresta estacional (SN). Tal formação vegetal é considerada uma área de tensão ecológica, onde a flora de duas ou mais regiões fitoecológicas se contatam, justapondo-se ou interpenetrando-se.

A área de floresta estacional decidual selecionado para este estudo é de 90 ha e se encontra numa região de contato com a vegetação do cerrado *sensu stricto*, protegida de ações antrópicas. Apesar deste cuidado, existem evidências na área de extração seletiva de madeiras comerciais (Figura 3). As espécies mais exploradas são *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira) e *Callisthene fasciculata* (Pau-jacaré), que são utilizadas, principalmente, na construção de cercas e pilares.



Figura 3. Evidência da extração de madeiras comerciais como aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) na Fazenda Canaã, Município de Campos Belos, GO.

3.2. Coleta de Dados

3.2.1. Inventário florestal

O inventário florestal da vegetação arbórea do fragmento da floresta estacional decidual foi realizado considerando o sistema de amostragem em dois estágios (PÉLLICO NETO & BRENA, 1997). O primeiro estágio consistiu na divisão da área da mata em transectos (unidades primárias) de 20 x 200 m, perpendiculares a encosta, e subsequente escolha aleatória de três transectos para compor a amostra. O segundo estágio consistiu na subdivisão dos transectos selecionados em subunidades de 20 x 20 m e, posteriormente, na amostragem sistemática de cinco subunidades dentro de cada unidade primária. Para a sistematização das subunidades do segundo estágio, adotou-se o seguinte procedimento: escolha aleatória da primeira subunidade dentro de uma unidade primária e, a partir desta subunidade, seleção alternada das demais subunidades. A disposição das subunidades nas demais faixas amostradas seguiu a mesma sistematização estabelecida na primeira faixa escolhida aleatoriamente.

No total foram implantados na floresta, três transectos e amostradas cinco subunidades por transecto, totalizando 15 subunidades de 20 x 20 m.

Todas as subunidades dentro dos transectos foram georreferenciadas com o uso de GPS e delimitadas com estacas de ferro, visando o monitoramento contínuo da vegetação.

Em cada parcela, todos os indivíduos arbóreos, vivos e mortos em pé, que apresentaram diâmetro medido na altura de 1,30 m do solo (DAP) igual ou superior a 5 cm, foram etiquetados com placas de alumínio numeradas, identificados botanicamente e seus diâmetros e alturas registrados. Foram registradas também, as coordenadas de cada árvore em relação ao canto direito inferior de cada parcela. O sistema de classificação botânica adotado para identificação das espécies foi o Angiosperm Phylogeny Group II, APG II (2003). A identificação botânica (taxonômica) foi realizada inicialmente in loco. Quando necessário foram feitas consultas à literatura especializada, herbários e especialistas.

Para a medição do diâmetro dos indivíduos foi utilizada suta e a altura foi obtida com o auxílio de uma régua telescópica de 15 m. Fustes bifurcados abaixo da altura de medição do diâmetro foram medidos separadamente (DAP e altura) e enumerados com etiquetas metálicas.

3.2.2. Determinação do volume, biomassa verde e seca e carbono

3.2.2.1. Determinação da amostra para o cálculo do volume, biomassa verde, biomassa seca e carbono

A partir dos dados do inventário realizado na área de estudo, foi calculado o número de árvores por espécie e por classe de diâmetro que seriam cubadas rigorosamente visando determinar os estoques em volume, biomassa verde e seca e carbono para as árvores do fragmento de floresta estacional estudado.

Para isto, todas as árvores inventariadas foram distribuídas em classes de diâmetro, considerando um intervalo de classe de 5 cm. Cabe ressaltar que o número de classes de diâmetro foi obtido a partir da fórmula de Sturges (MACHADO & FIGUEIREDO FILHO, 2006), que é dada por:

$$NC = 1 + 3,33 \cdot \log(n) \quad (1)$$

em que:

NC = número de classes;

n = número de indivíduos.

O intervalo de classe (IC) entre as classes de diâmetro foi obtido a partir da seguinte relação:

$$IC = \frac{A}{NC} \quad (2)$$

em que:

A = amplitude de classe.

De posse da distribuição dos dados em classes de diâmetro, foi selecionada um conjunto de árvores-amostra composta de aproximadamente 10% das árvores de cada classe para representar a população para gerar

modelos de volume, biomassa e estoque de carbono. Decidiu-se amostrar em cada classe, pelo menos, um representante de cada espécie registrada na área.

A partir das informações sobre o número de árvores por espécie que seriam utilizadas para determinar os estoques em volume, biomassa e carbono da floresta estudada, foi necessário verificar onde seria possível selecionar as árvores que deveriam ser abatidas, uma vez que tanto a cubagem rigorosa quanto a obtenção do peso seriam realizados pelo método destrutivo. Cabe ressaltar que a área onde foi realizado o inventário será monitorada ao longo do tempo e qualquer intervenção poderia interferir no processo sucessional da vegetação.

Verificou-se junto ao proprietário da Fazenda Canaã que parte do fragmento estudado, que não foi considerado no computo da área destinada ao inventário da floresta tinha autorização do órgão ambiental competente da região para supressão da vegetação nativa visando o futuro uso da área para pastagem. Assim, seleção das árvores-amostra foi feita nesta porção do fragmento. Procurou-se identificar na área, o número de árvores pertencentes a cada classe de diâmetro, necessário para a cubagem, considerando o requisito de ter pelo menos um representante de cada espécie registrada no inventário.

Todas as árvores aptas a serem cubadas foram cortadas ao nível do solo com o uso de motosserra, sendo os fuste e galhos separados. A altura comercial da árvore abatida foi medida, considerando um diâmetro mínimo comercial de 3 cm. Para galhos, o diâmetro mínimo comercial também foi de 3cm. Cabe informar que as alturas variaram.

3.2.2.2. Determinação do volume

A cubagem rigorosa foi realizada em secções de comprimentos variáveis ao longo do fuste e dos galhos. Essa decisão foi tomada, pois muitas espécies nativas de floresta estacional apresentam tortuosidades ao longo do fuste e dos galhos.

A fórmula de Smalian foi utilizada para o cálculo do volume de cada seção do fuste e dos galhos (SCOLFORO & THIERSCH, 2004; MACHADO & FIGUEIREDO FILHO, 2006). Assim, o volume de cada seção foi dado por:

$$V_i = \frac{(g_1 + g_2)}{2} \cdot l \quad (3)$$

em que:

V_i = volume da seção i do fuste ou de galhos (m^3);

g_1 = área transversal na base da seção i do fuste ou de galhos (m^2);

g_2 = área transversal no topo da seção i do fuste ou de galhos (m^2);

l = comprimento da seção i do fuste ou de galhos (m);

i = número de seções do fuste ou de galhos ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).

Para alguns indivíduos foi necessária a divisão do fuste e/ou dos galhos em mais de uma seção (n seções), assim, o volume total (V) foi obtido da seguinte maneira (SCOLFORO & THIERSCH, 2004):

$$V = v_c + \sum_{i=1}^n v_i \quad (4)$$

$$V_c = g_c \cdot l_c \quad (5)$$

em que:

V = volume total da árvore (m^3);

V_i = volume da seção i da tora (m^3);

V_c = volume da cepa (m^3);

g_c = área seccional tomada na base mais fina da cepa (m^2);

l_c = altura da cepa (m).

3.2.2.3. Determinação da biomassa verde e seca

Imediatamente após a cubagem rigorosa, o fuste e os galhos de cada árvore foram pesados separadamente. Para pesagem foi utilizada uma balança com capacidade máxima de 300 kg, com precisão de 0,05 kg.

Logo após a obtenção do peso verde, foi retirada uma amostra de seção transversal no meio do fuste. Foi retirada, também, uma única amostra de seção transversal do galho que representava a média dos diâmetros encontrados para os galhos. Depois de retiradas as amostras, estas foram

aconditionadas separadamente em sacos plástico para evitar a perda de água. Em seguida, as mesmas foram pesadas em balança analítica de precisão 0,01 gramas e guardadas para posterior determinação do peso seco.

As amostras foram levadas ao laboratório de Tecnologia de Madeiras da Universidade de Brasília e colocadas na estufa, para secagem a uma temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até obtenção da massa constante (variação de 1%) (SMITH, 1954; RUFINI, 2008). Após secagem, cada amostra foi pesada novamente para obter o seu peso seco.

Com os valores de peso úmido e peso seco das amostras, foi calculado o teor de umidade em base seca, tanto para o fuste quanto para o galho, de cada indivíduo. De posse deste valor, foi possível estimar a biomassa seca a partir da biomassa verde obtida em campo (VALE, 2000; BARBOSA & FERREIRA, 2004). Os teores de umidade e a biomassa seca foram calculados utilizando a seguinte relação (ABNT, 1997):

$$U_{\max} \% = \frac{M_{\text{sat}} - M_{0\%}}{M_{0\%}} \cdot 100 \quad (6)$$

em que:

$U_{\max} \%$ = teor de umidade (em %);

M_{sat} = peso verde (g ou kg);

$M_{0\%}$ = peso seco (g ou kg).

3.2.2.4. Determinação de carbono

O estoque de carbono de cada árvore foi considerado como sendo 50% da sua biomassa seca total, tanto para fuste quanto para galhos (BROWNING, 1963; FERNANDES et al., 2007; BAIS, 2008; BOINA, 2008).

3.3. Análises dos dados

3.3.1. Suficiência da amostragem

Para avaliar a suficiência da amostragem foi considerada tanto a variância entre parcelas (PÉLLICO NETO & BRENA, 1997), quanto a representatividade florística, obtida pela curva espécie-área.

No caso da variabilidade entre parcelas foi estabelecido um nível de significância de 5% para as variáveis densidade e dominância.

A suficiência amostral utilizando a curva espécie-área foi avaliada tanto a partir da inspeção visual quanto do procedimento de regressão linear com resposta em platô (REGRELRP). Schilling & Batista (1998) questionam que a “inspeção visual”, que é a forma mais utilizada para identificar o “ponto onde se inicia o patamar”, se mostra equivocada. Para não gerar interpretações tendenciosas o ideal é utilizar o ajuste da curva platô.

Para isso, os dados referentes ao número de espécies inéditas acumuladas ao longo da área amostrada foram relacionados à área amostrada (NAPPO et al., 1999; SILVA et al., 2007) e, em seguida foi ajustado o modelo de regressão linear com resposta em platô que é dado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1.X + \varepsilon \quad (7)$$

em que:

Y = Número acumulado de espécies;

X = Número de parcelas amostradas;

β_0 e β_1 = coeficientes da equação;

ε = erro associado ao modelo.

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

3.3.2. Composição florística

Cada indivíduo registrado nas parcelas estudadas foi identificado ao nível de espécie, gênero e família e uma lista de espécies foi elaborada.

3.3.3 Análise da estrutura da vegetação

A análise da estrutura da vegetação considerou tanto o exame da distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro, quanto a análise dos parâmetros fitossociológicos da vegetação.

De posse das frequências observadas em cada classe de diâmetro, obteve-se os valores do quociente de De Liocourt que é calculado pela relação entre o número de árvores de classes de diâmetro sucessivas (LIOCOURT, 1868 citado por LAAR & AKÇA, 2007). A partir do coeficiente De Liocourt é possível identificar se uma floresta encontra-se balanceada ou não.

Para analisar a fitossociologia da vegetação estudada foram obtidos os índices que expressam a estrutura horizontal da vegetação (KENT & COKER, 1992), ou seja: densidade, dominância, frequência e índice de valor de importância. Estes índices revelam informações sobre a distribuição espacial das populações e sua participação no contexto do ecossistema.

3.3.3.1. Densidade

A densidade é o número de indivíduos em uma área determinada.

- Densidade absoluta (DA):

$$DA_i = \frac{n_i}{\text{área}} \quad (8)$$

em que:

DA_i = densidade absoluta da espécie i (ind.ha⁻¹);

n_i = número de indivíduos da espécie i ;

área = 1 ha.

- Densidade relativa (DR):

$$DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^n DA_i} \cdot 100 \quad (9)$$

em que:

DR_i = densidade relativa da espécie i (%);

n = número total de espécies amostradas.

3.3.2.2. Dominância

A dominância é a área ocupada pela espécie (área do fuste ou projeção da copa).

- Dominância absoluta (DoA):

$$DoA_i = \frac{G_i}{\text{área}} \quad (10)$$

em que:

DoA_i = dominância absoluta da espécie i ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$);

área = 1 ha;

G_i = área basal da espécie i (m^2), sendo: $G_i = \sum_{j=1}^n \pi \cdot \left(\frac{d_j^2}{4}\right)$

em que:

d_j = DAP em metro de cada indivíduo j ;

$j = 1, \dots, n$ indivíduos.

- Dominância relativa (DoR):

$$DoR_i = \frac{DoA_i}{\sum_{i=1}^n DoA_i} \cdot 100 \quad (11)$$

em que:

DoR_i = dominância relativa da espécie i (%);

n = número total de espécies amostradas.

3.3.3.3. Frequência

A frequência é um atributo da probabilidade de encontrar um ou mais indivíduos em uma unidade amostral particular.

- Frequência absoluta (FA):

$$FA_i = \frac{p_i}{P} \quad (12)$$

em que:

FA_i = frequência absoluta da espécie i (%);

p_i = número de parcelas com ocorrência da espécie i;

P = número total de parcelas amostradas.

- Frequência relativa (FR):

$$FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^n FA_i} \cdot 100 \quad (13)$$

em que:

FR_i = frequência relativa da espécie i (%);

FA_i = frequência absoluta da espécie i (%);

n = número total de espécies amostradas.

3.3.3.4. Índice de Valor de Importância

O Índice de Valor de Importância é obtido pela soma dos valores relativos da densidade, dominância e freqüência, ou seja:

$$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i \quad (14)$$

em que:

IVI_i = índice Valor de Importância da espécie i;

DR_i = densidade relativa da espécie i;

DoR_i = dominância relativa da espécie i;

FR_i = freqüência relativa da espécie i.

3.3.4. Ajuste e seleção de modelos estatísticos para estimativa dos estoques por árvore em volume, biomassa verde e seca e carbono

Os dados das árvores-amostras (volume, biomassa verde e seca e carbono) foram utilizados para gerar equações alométricas que estimem tais estoques por árvore, em função das variáveis altura e DAP e suas combinações. Foram testados diferentes modelos lineares e não lineares conforme sugerido por Scolforo & Thiersch (2004) e Campos & Leite (2006) (Tabela 1).

Tabela 1. Modelos estatísticos testados para estimar os estoques em volume, biomassa verde e seca e carbono.

	MODELOS	AUTOR
1	$Y = \beta_0 + \beta_1 (X_1^2 X_2) + \varepsilon$	Modelo de Spurr
2	$Y = \beta_1 X_1^2 + \beta_2 X_1^2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2^2 + \beta_4 X_2^2 + \varepsilon$	Modelo de Naslund
3	$Y = X_1^2 (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	Modelo de Ogaya
4	$Y = \beta_1 X_1^2 X_2 + \varepsilon$	Modelo do fator de forma constante
5	$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} + \varepsilon$	Modelo de Schumacher & Hall
6	$Y = \beta_0 (X_1^2 X_2)^{\beta_1} + \varepsilon$	Modelo Logarítmico de Spurr
7	$Y = X_1^2 / (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	Modelo de Honner
8	$Y = (X_1^2 X_2) / (\beta_0 + \beta_1 X_1) + \varepsilon$	Modelo de Takata
9	$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1}$	Modelo de Hush

Onde: Y = volume (m³), biomassa verde e seca (kg); X₁ = DAP (cm); X₂ = altura total (m); β₀ ... β_n = parâmetros dos modelos; ε = erro aleatório.

Os critérios utilizados para a escolha do melhor modelo para cada variável analisada foram (DRAPPER & SMITH, 1981; RUFINI et al., 2010):

- a) coeficiente de determinação ajustado (R^2);
- b) erro padrão da estimativa expresso como uma percentagem da média aritmética da variável dependente ($S_{yx}\%$), sendo, neste caso, interpretado de forma análoga ao coeficiente de variação;
- c) distribuição gráfica dos valores residuais.

Após a seleção das equações para cada variável de interesse, estas foram submetidas a um teste de validação, com o objetivo de se avaliar suas eficiências em estimar o valor real de cada variável. Para a realização do teste foram utilizadas 30 árvores que foram amostradas, mas que não foram utilizadas no ajuste das equações. O teste escolhido para a validação dos resultados foi o Teste de t para dados pareados (SILVEIRA et al., 2008; THOMPSON, 2009).

O ajuste de todas as equações mencionadas foi realizado utilizando o programa Statistica 9.0. O programa BioEstat 2.0 foi usado para realizar o teste de validação.

3.3.5. Análise do estoque de volume, biomassa verde e seca e carbono

Foi estimado o estoque de volume, biomassa verde e seca e carbono para a floresta estacional decidual tanto para a população total, quanto por espécie (individual e total) e classe diamétrica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Suficiência amostral

Avaliando a precisão do inventário realizado na área de estudo, onde foi amostrada a vegetação arbórea (árvores vivas e mortas em pé) com DAP igual ou superior a 5 cm, em 25 unidades amostrais de 0,04 ha, verificou-se que tanto para a variável densidade quanto para a variável área basal (Tabela 2), a

amostragem pode ser considerada suficiente, embora o erro amostral tenha sido um pouco superior ao sugerido por Felfili et al. (2005), que é de no máximo 10%, ao nível de 5% de significância.

Tabela 2. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando as variáveis densidade e dominância em uma floresta estacional decídua da Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Estimadores dos parâmetros da população amostrada	Densidade (ind.ha⁻¹)	Dominância (m².ha⁻¹)
Média	1159	10,78
Coefficiente de Variação (%)	26,1	35,38
Erro amostral	124,86	1,57
Erro amostral (%) *	10,77	14,60
Intervalo de confiança da média *	1034,14 ≤ x ≤ 1283,86	9,2 ≤ x ≤ 12,35

* Nível de significância de 5%

Contudo, quando se analisa algumas normas que disciplinam tal assunto na legislação brasileira, observa-se que o indicado por Felfili et al. (2005) é o mesmo exigido pelo Estado. Alguns exemplos: a) Decreto nº 6.958, de 29 de dezembro de 2005, que regulamenta a gestão florestal do estado de Mato Grosso e b) norma de execução do IBAMA nº 1, de 24 de abril de 2007, que institui as diretrizes técnicas para elaboração dos planos de manejo florestal sustentável.

Mas, existem normas que são um pouco mais brandas quanto ao erro amostral. É o caso da Instrução Normativa nº 3, de 4 de maio de 2001, que dispõe sobre o manejo florestal sustentável da vegetação nativa e suas formações sucessoras na região Nordeste do Brasil que aceita um erro de 20% com nível de significância igual a 10%.

É importante destacar que as florestas tropicais, em geral, apresentam naturalmente uma estrutura complexa, com grande riqueza e alta diversidade florística, além de árvores com idades, tamanhos e formas variadas. Além disso, distúrbios naturais e antrópicos tais como fogo, furacões, inundações e herbivoria, freqüentemente agem nas comunidades de plantas, afetando a estrutura da vegetação. Portanto, o nível de precisão exigido para um inventário deve considerar, entre outros fatores, as características intrínsecas da comunidade estudada.

A exigência de um nível de precisão alto em um inventário florestal pode muitas vezes levar a conclusão que seja necessário realizar um censo na área, uma vez que a medida que se aumenta a intensidade de amostragem, em áreas heterogêneas, observa-se que o erro amostral também tende a aumentar, pois a amostragem pode incluir também outras áreas de maior variabilidade.

Scolforo et al. (2008) ainda ponderam que exigir uma precisão de 10% pode inviabilizar a execução correta de inventários em algumas vegetações nativas. Estes autores sugerem que precisão de 20% compatibilizaria eficiência estatística com custos do inventário.

O inventário realizado na área de estudo registrou densidades variando de 25 a 78 árvores por parcela, o que representa um coeficiente de variação igual a 26,10%. A área basal por parcela variou de 0,20 a 0,75 m², com um coeficiente de variação igual a 34,88%. Além disso, como já mencionado anteriormente, a área apresenta alguns sinais de exploração de algumas espécies de interesse comercial, o que pode ter contribuído para o aumento da variância entre as parcelas amostradas.

A suficiência amostral avaliada pela curva espécies-área (Figura 4), mostrou que o número de espécies amostradas apresenta forte tendência de aumento nas primeiras unidades amostradas. No entanto, esse número de espécies tende a se estabilizar a partir da 15^a parcela amostrada (0,6 ha), com pequenas oscilações a partir desta área.

De acordo com Ferreira (1997), a formação de um platô, ou seja, a estabilização da curva garante a condição mínima necessária para abranger toda a composição florística de uma floresta. Segundo alguns autores (LONGHI et al., 1999), em florestas naturais a tendência à estabilização já é suficiente para representar a vegetação, considerando-se que com o aumento da área amostrada ocorrem novas espécies. Pires-O'Brien e O'Brien (1995) consideram que o valor da área mínima de amostragem é geralmente fornecido pela assíntota da curva espécies-área e tende a incluir pelo menos 90% da grande área estudada.

A equação de regressão com resposta em platô ajustada foi:

$$Y = 18,3516 + 2,0484.X, \text{ com } R^2 = 93,5\% \text{ e } \text{EPR} = 2,35$$

em que:

Y = número acumulado de espécies;

X = número de parcelas amostradas

Verifica-se que a equação ajustada apresentou boa precisão. O platô (Figura 4) foi alcançado entre 14^a e 15^a parcela e, portanto, a intensidade amostral utilizada (25 parcelas de 0,04 ha) foi 40% maior que a considerada suficiente pela regressão com resposta em platô. Vale ressaltar que tanto a inspeção visual da curva espécies-área quanto a curva gerada pela regressão com resposta em platô indicam a mesma suficiência em termos florísticos.

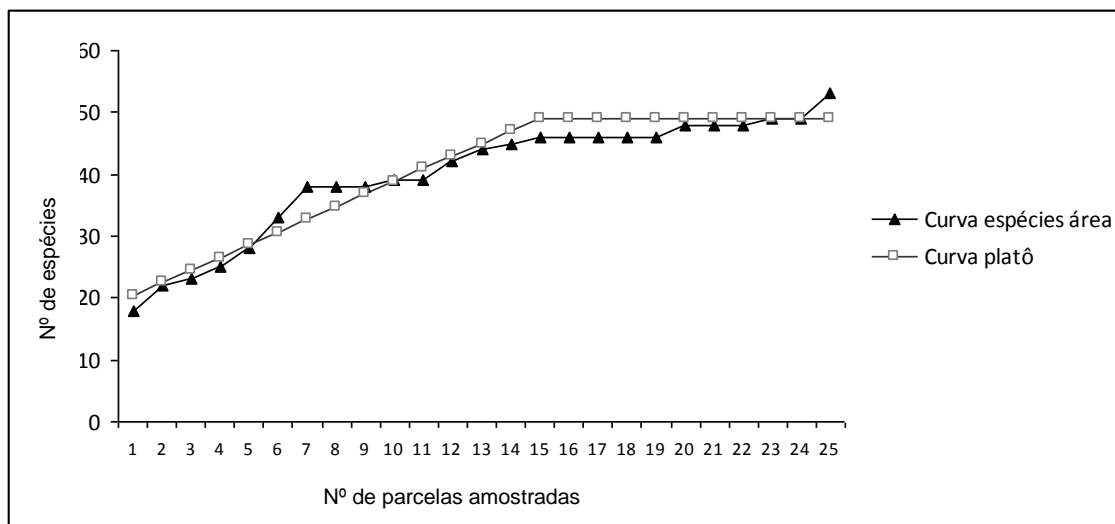


Figura 4. Curva espécie-área e curva platô das espécies amostradas na floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

4.2. Composição florística

Nas 25 parcelas inventariadas foram encontrados 1159 indivíduos com DAP \geq 5 cm distribuídos em 21 famílias, 43 gêneros e 53 espécies (Tabela 3).

A família com o maior número de espécies foi a Fabaceae (11), seguida por Bignoniaceae (7), Malvaceae (5), Combretaceae (4), Rubiaceae e Vochysiaceae (3 cada), Anacardiaceae, Apocynaceae, Myrtaceae e Sapindaceae (2 cada). Estas 10 famílias representaram um pouco mais que 77% das espécies encontradas na área de estudo.

As famílias mais representativas neste estudo foram também as mais importantes em outros estudos realizados na região do Brasil Central (SILVA & SCRIBOT, 2004a; FELFILI et al., 2007). Porém quando comparado a estudos com florestas estacionais decíduais fora do bioma Cerrado, as famílias mais representativas se diferem (HACK et al., 2005; LIMA et al., 2009; RUSCHEL et al., 2009). Esta diferença na composição florística entre as florestas estacionais estão relacionadas com as diferenças dos fatores ambientais das áreas, ou seja, temperatura, precipitação, fatores edáficos, declividade do terreno, entre outros.

Tabela 3. Lista da flora arbórea amostrada no fragmento de floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

FAMÍLIA	ESPÉCIE
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão <i>Spondias mombin</i> L.
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. <i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. ex A. DC.
Arecaceae	<i>Syagrus oleracea</i> Glassman
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart. <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore <i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl. <i>Tabebuia ochracea</i> (Mart. ex A. DC.) Standl. <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sand <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.
Combretaceae	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler <i>Combretum duarteanum</i> Cambess <i>Terminalia argentea</i> Mart. <i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan <i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg <i>Andira</i> sp.

Continuação Tabela 3.

FAMÍLIA	ESPÉCIE
	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.
	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld
	<i>Machaerium villosum</i> Vogel
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.
	<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel
	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.
Malpighiaceae	<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss.
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
	<i>Luehea divaricata</i> Mart.
	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) Robyns
	<i>Sterculia striata</i> A. St.-Hil. & Naudin
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.
Myrtaceae	<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O. Berg
	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek
Rubiaceae	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltld.
	<i>Randia</i> sp.
	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K. Schum.
Salicaceae	<i>Casearia rupestris</i> Eichler
Sapindaceae	<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.
	<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.
Ulmaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.
Vochysiaceae	<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.
	<i>Qualea multiflora</i> Mart.

4.3. Estrutura da vegetação

Foram registrados 1159 arv.ha⁻¹, vivas e mortas em pé, com DAP \geq 5 cm, no fragmento de floresta estacional decidual estudado. Este valor é muito superior ao registrado em outras florestas estacionais no bioma Cerrado (SILVA & SCARIOT, 2003 e SANTOS et al., 2007), como no Brasil (FARIAS et al., 1994). No entanto, Sallis et al. (2004), estudando quatro fragmentos de floresta estacional decidual em Corumbá, MS, encontraram valores parecidos ao observado neste estudo em dois dos fragmentos estudados e valores muito superiores em outros dois fragmentos.

Os valores de DAP registrados na área de estudo variaram de 5 a 62 cm, com média de 9,05 cm (CV = 68,86%). Os valores de altura das árvores variaram de 1,5 a 18 m, com média de 6 m (CV = 35,9%).

A área basal incluindo indivíduos vivos e mortos em pé foi igual a 10,77 m².ha⁻¹, que é inferior ao valor encontrado para a mesma formação em outras áreas do Cerrado (HACK et al., 2005; FELFILI et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2009; LIMA et al., 2010).

A diferença entre os valores de densidade e dominância registrados neste estudo com os outros mencionados, se deve, possivelmente, a perturbação que este fragmento sofreu. Logo, há uma diminuição da área basal, uma vez que alguns indivíduos de maior porte foram suprimidos e um aumento da densidade, devido ao processo de regeneração natural. Isto foi constatado quando se verificou que 90% da comunidade arbórea amostrada se encontrava entre 5 e 10 cm de diâmetro. O processo de regeneração natural fica claro quando se observa a distribuição dos indivíduos por classes diamétricas (Tabela 4). Nas duas primeiras classes estão quase 90% de todos os indivíduos amostrados.

Tabela 4. Distribuição de freqüência absoluta e relativa por classe de diâmetro das árvores com DAP \geq 5 cm, amostradas em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO, e valores do coeficiente de Liocourt e freqüência absoluta das árvores selecionadas por classe de diâmetro que foram cubadas rigorosamente visando a obtenção de dados de estoque de volume, biomassa verde e seca e carbono.

Classes de DAP (cm)	Freqüência absoluta	Freqüência relativa	Coeficiente de Liocourt	Freqüência para cubagem rigorosa
5 - 10	888	76,62	5,05	81
10 - 15	176	15,19	5,18	25
15 - 20	34	2,93	1,79	8
20 - 25	19	1,64	1,06	4
25 - 30	18	1,55	2,00	4
30 - 35	9	0,78	1,50	2
35 - 40	6	0,52	1,50	2
40 - 45	4	0,35	2,00	1
45 - 50	2	0,17	1,00	0
50 - 55	2	0,17	2,00	0
55 - 65	1	0,09		1
Total	1159	100,00		128

A espécie que mais se destacou no fragmento foi *Guazuma ulmifolia*, porém outras também merecem ser mencionadas, como: *Combretum duarteanum*, *Casearia rupestris*, *Myracrodruon urundeuva*, *Dilodendron bipinnatum*, *Callisthene fasciculata*, *Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia roseoalba*, *Astronium fraxinifolium* e *Rhamnidium elaeocarpum*. Estas 10 espécies representam 81% da densidade e 71% da área basal encontrada na área. Na Tabela 5 são apresentados os valores relativos de densidade, frequência e dominância para todas as espécies registradas na floresta.

Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em um fragmento de floresta estacional decidual, na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Espécie	DoA	DoR%	DA	DA%	FA%	FR%	IVI%
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,810	17,49	258,00	22,63	25,00	8,12	48,24
<i>Combretum duarteanum</i>	0,718	6,94	214,00	18,77	21,00	6,82	32,53
<i>Casearia rupestris</i>	0,721	6,97	160,00	14,04	16,00	5,19	26,20
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,863	8,34	72,00	6,32	22,00	7,14	21,80
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	0,752	7,27	71,00	6,23	19,00	6,17	19,66
<i>Callisthene fasciculata</i>	0,777	7,51	27,00	2,37	13,00	4,22	14,10
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,947	9,15	14,00	1,23	10,00	3,25	13,63
<i>Tabebuia roseoalba</i>	0,239	2,31	47,00	4,12	20,00	6,49	12,92
<i>Astronium fraxinifolium</i>	0,425	4,11	28,00	2,46	19,00	6,17	12,74
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	0,144	1,39	36,00	3,16	14,00	4,55	9,09
<i>Anadenanthera peregrina</i>	0,377	3,64	16,00	1,40	10,00	3,25	8,29
<i>Guettarda viburnoides</i>	0,131	1,26	31,00	2,72	12,00	3,90	7,88
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	0,603	5,83	3,00	0,26	3,00	0,97	7,07
<i>Tocoyena formosa</i>	0,055	0,54	17,00	1,49	12,00	3,90	5,92
<i>Sterculia striata</i>	0,255	2,47	4,00	0,35	4,00	1,30	4,12
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,131	1,27	13,00	1,14	5,00	1,62	4,03
<i>Tabebuia aurea</i>	0,123	1,19	12,00	1,05	5,00	1,62	3,86
<i>Bauhinia rufa</i>	0,040	0,39	11,00	0,96	6,00	1,95	3,30
<i>Simarouba versicolor</i>	0,117	1,13	5,00	0,44	4,00	1,30	2,87
<i>Terminalia argentea</i>	0,097	0,94	6,00	0,53	4,00	1,30	2,76
<i>Luehea divaricata</i>	0,055	0,53	8,00	0,70	4,00	1,30	2,53
<i>Syagrus oleracea</i>	0,071	0,68	5,00	0,44	4,00	1,30	2,42
<i>Campomanesia velutina</i>	0,016	0,15	5,00	0,44	5,00	1,62	2,21
<i>Apeiba tibourbou</i>	0,059	0,57	6,00	0,53	3,00	0,97	2,08
<i>Cordia</i> sp.	0,058	0,56	6,00	0,53	3,00	0,97	2,06
<i>Randia</i> sp.	0,029	0,28	7,00	0,61	3,00	0,97	1,86
<i>Magonia pubescens</i>	0,061	0,59	3,00	0,26	3,00	0,97	1,83
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,096	0,92	2,00	0,18	2,00	0,65	1,75
<i>Aspidosperma subincanum</i>	0,049	0,47	3,00	0,26	3,00	0,97	1,71
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0,047	0,46	3,00	0,26	3,00	0,97	1,70
<i>Machaerium villosum</i>	0,110	1,07	1,00	0,09	1,00	0,32	1,48
<i>Machaerium hirtum</i>	0,065	0,63	2,00	0,18	2,00	0,65	1,45
<i>Platypodium elegans</i>	0,020	0,19	3,00	0,26	3,00	0,97	1,43
<i>Lafoensia pacari</i>	0,022	0,21	6,00	0,53	2,00	0,65	1,39

Continuação Tabela 4.

Espécie	DoA	DoR%	DA	DA%	FA%	FR%	IVI%
<i>Ficus</i> sp.	0,019	0,19	7,00	0,61	1,00	0,32	1,13
<i>Diospyros hispida</i>	0,013	0,13	3,00	0,26	2,00	0,65	1,04
<i>Aspidosperma pirifolium</i>	0,011	0,10	3,00	0,26	2,00	0,65	1,02
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	0,062	0,60	1,00	0,09	1,00	0,32	1,01
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	0,008	0,08	3,00	0,26	2,00	0,65	0,99
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	0,007	0,07	2,00	0,18	2,00	0,65	0,89
<i>Buchenavia tomentosa</i>	0,050	0,48	1,00	0,09	1,00	0,32	0,89
<i>Machaerium acutifolium</i>	0,039	0,38	1,00	0,09	1,00	0,32	0,79
<i>Celtis iguanaea</i>	0,009	0,09	3,00	0,26	1,00	0,32	0,67
<i>Platymiscium floribundum</i>	0,005	0,04	2,00	0,18	1,00	0,32	0,54
<i>Eugenia dysenterica</i>	0,010	0,10	1,00	0,09	1,00	0,32	0,51
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	0,008	0,08	1,00	0,09	1,00	0,32	0,49
<i>Andira</i> sp.	0,005	0,05	1,00	0,09	1,00	0,32	0,46
<i>Qualea grandiflora</i>	0,004	0,04	1,00	0,09	1,00	0,32	0,45
<i>Tabebuia ochracea</i>	0,003	0,03	1,00	0,09	1,00	0,32	0,44
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	0,003	0,03	1,00	0,09	1,00	0,32	0,44
<i>Erythroxylum daphnites</i>	0,003	0,02	1,00	0,09	1,00	0,32	0,44
<i>Qualea multiflora</i>	0,003	0,02	1,00	0,09	1,00	0,32	0,44
<i>Spondias mombin</i>	0,002	0,02	1,00	0,09	1,00	0,32	0,43
Total geral	10,34	100,00	1140,00	100,00	308,00	100,00	300,00

Nota: DoA = dominância absoluta ($m^2 \cdot ha^{-1}$); DoR = dominância relativa (%); DA = densidade absoluta ($ind \cdot ha^{-1}$); DR = densidade relativa (%); FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); IVI = índice de Valor de Importância (%).

Quando a população de árvores mortas foi incluída no cálculo da área basal e da densidade, verificou-se que as mesmas representam cerca de 1% da densidade total e cerca de 4% da área basal total. Este valor está semelhante ao encontrado por Hack et al. (2005), porém inferior ao encontrado para outros fragmentos de floresta estacional (IVANAUSKAS et al., 2002; KUNZ et al., 2008; SANTOS et al., 2009).

Se as árvores mortas forem incluídas no cálculo dos parâmetros fitossociológicos, estas passam a ocupar alta posição dentro na comunidade, ficando entre as 10 espécies de maior importância ecológica na área. O alto valor encontrado para a frequência contribuiu com o elevado valor do IVI para os indivíduos mortos, inferindo, assim, que estes indivíduos estão bem distribuídos pelo fragmento estudado. De acordo com Martins (1993), um grande número de árvores mortas no interior das florestas brasileiras é normal, seja como consequência de morte natural, acidente, parasitismo ou perturbações antrópicas. Alguns trabalhos também apresentam os indivíduos mortos ocupando elevadas posições em valor de importância para florestas estacionais (IVANAUSKAS et al., 2002; SANTOS et al., 2009).

Das 10 espécies de maior IVI registradas na área, três (*D. bipinnatum*, *M. urundeuva* e *C. duarteanum*) também foram indicadas como de maior importância ecológica por Silva & Scariot (2003), Silva & Scariot (2004b) e Felfili et al. (2007) para áreas de floresta estacional decidual no nordeste do estado de Goiás. Segundo Silva & Scariot (2003), as florestas estacionais deciduais apresentam condições ambientais extremas (solos férteis com baixa retenção hídrica). Estes fatores selecionam as espécies mais aptas a se estabelecerem nesses ambientes, além de proporcionar o aumento da dominância ecológica de algumas espécies (SIQUEIRA et al., 2009). Logo é de se esperar que existam espécies que dominam ecologicamente esta vegetação.

Vale ressaltar que tanto Felfili et al. (2007) quanto Siqueira et al. (2009), estudando um fragmento no vale do rio Araguari (MG) constataram que os indivíduos mortos apresentaram um alto valor de importância.

Os indivíduos inventariados foram agrupados e distribuídos em classes de diâmetro, com intervalo de 5 cm (Tabela 4). A distribuição diamétrica comportou-se como era de ser esperado para florestas nativas, ou seja, curva de distribuição diamétrica assemelhando a um J-invertido (Figura 5).

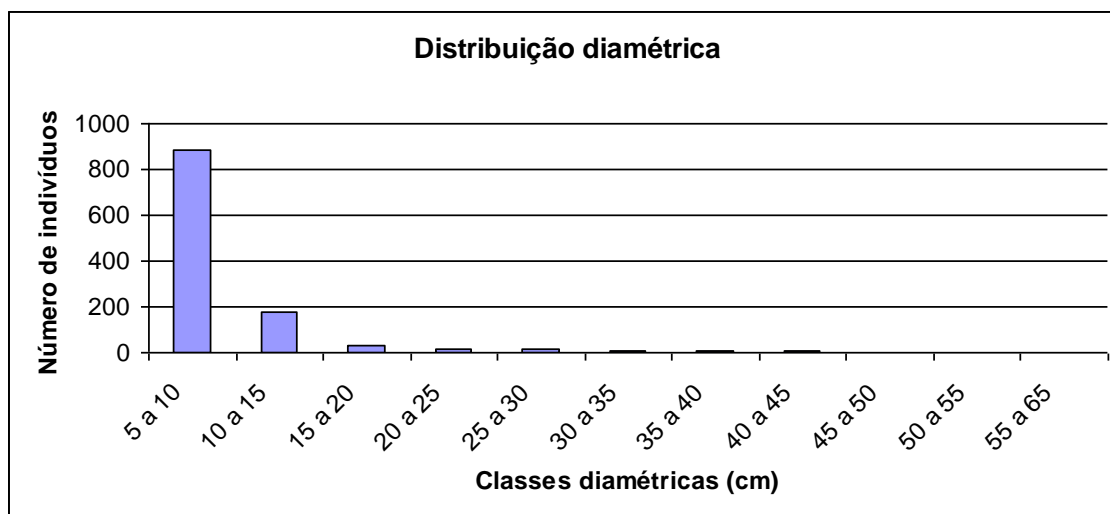


Figura 5. Distribuição diamétrica da comunidade arbórea registradas no inventário realizado na floresta estacional decidual da Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Quando observado os valores do coeficiente de Liocourt (Tabela 4), verifica-se que a floresta não está balanceada. Distribuições diamétricas

equilibradas, ou florestas balanceadas são aquelas que apresentam valores relativamente constantes deste coeficiente entre as classes de diâmetro (MEYER et al. 1943, 1951, citado por LAAR & AKÇA, 2007). Segundo Felfili (1997), a floresta está balanceada quando o recrutamento compensa a mortalidade ao longo do tempo. Provavelmente este desequilíbrio observado para o fragmento estudado foi causado por ações antrópicas no passado.

4.3. Ajustes dos modelos para estimar o estoque em volume e em biomassa verde

As árvores inventariadas foram agrupadas e distribuídas em classes de diâmetro, com intervalo de 5 cm (Tabela 3). No total foram cubadas rigorosamente 128 árvores, sendo obtidos os valores de volume real (fuste e galhos) e biomassa verde (fuste e galhos). Cabe lembrar que os ajustes foram realizados com 98 árvores e as 30 restantes foram usadas para aplicar o teste de validação da equação.

Na Tabela 6, encontram-se os resultados dos ajustes dos modelos volumétricos. Todos os modelos ajustados foram significativos ($p < 0,05$).

O coeficiente de determinação (R^2) variou de 56,06% a 99,49%. Vários trabalhos (SILVA et al., 1984; COLPINI et al., 2009; IMAÑA-ENCINAS et al., 2009; RUFINI et al., 2010) encontraram altos valores de R^2 , explicando assim que as variáveis independentes (DAP e altura) explicam bem as variações da variável dependente (volume).

O erro padrão residual percentual das equações ajustadas neste estudo variou de 28,70% a 270,84%. Scolforo et al. (2008) estudando florestas estacionais decíduas para o Inventário Florestal de Minas Gerais encontraram erro padrão residuais entre 23% e 53%. Segundo esses autores esses valores são superiores aos encontrados para florestas plantadas, o que é justificado pela variabilidade existente em árvores de espécies nativas, onde a variação das copas é muito grande. Explicação semelhante é dada por Rezende et al. (2006) e Rufini et al. (2010). Esses autores realizaram seus estudos em área de cerrado *sensu stricto*.

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações alométricas para estimar o estoque em volume de árvores com DAP ≥ 5 cm em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

MODELOS	Coeficientes					R ² (%)	S _{XY} (m ³)	S _{XY} %
	b0	b1	b2	b3	b4			
Spurr: $Y = \beta_0 + \beta_1 (X_1^2 X_2) + \varepsilon$	-0,0737150000	0,00012600	-	-	-	77,16	0,32	196,48
Naslund: $Y = \beta_1 X_1^2 + \beta_2 X_1^2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2^2 + \beta_4 X_2^2 + \varepsilon$	0,1999600000	-0,00360500	0,00046800	-0,00008400	-0,00270800	94,63	0,16	96,77
Ogaya: $Y = X_1^2 (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	-0,0026560000	0,00034900	-	-	-	92,37	0,19	113,53
Fator de forma constante: $Y = \beta_1 X_1^2 X_2 + \varepsilon$	-	0,00012000	-	-	-	76,10	0,33	199,94
Schumacher & Hall: $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} + \varepsilon$	0,00000000644	3,08128800	3,27760600	-	-	99,49	0,05	28,70
Logarítimoca de Spurr: $Y = \beta_0 (X_1^2 X_2)^{\beta_1} + \varepsilon$	0,00000100000	1,53133600	-	-	-	81,30	0,29	177,79
Honner: $Y = X_1^2 / (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	2809,45485200	-150,173354	-	-	-	98,94	0,07	42,42
Takata: $Y = (X_1^2 X_2) / (\beta_0 + \beta_1 X_1) + \varepsilon$	8383,98304400	-1,84631300	-	-	-	76,11	0,33	200,97
Hush: $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1}$	0,00073000000	2,13105800	-	-	-	56,60	0,44	270,84

O padrão de distribuição dos resíduos também variou entre os modelos testados (Figura 6). As únicas exceções foram os modelos de Schumacher & Hall e Honner, onde foi observado que os resíduos estão mais bem distribuídos, garantindo assim boas estimativas, uma vez que a média dos erros tendem a se anular Scolforo et al. (2008). O modelo de Schumacher & Hall ajustado gerou erros percentuais variando de -121,3 a 112,7 e o modelo de Honner apresentou erros percentuais variando de -151,7 a 229,1.

Para escolha do melhor modelo, os modelos de Spurr, Naslund e Ogaya foram descartados, pois quando utilizados para calcular o volume, estes estimaram valores negativos. O modelo de Schumacher & Hall foi o que apresentou melhores medidas de precisão, ou seja, maior R^2 , menor EPR e melhor distribuição residual. Quando feito o teste de t para dados pareados com as 30 árvores selecionadas na população, não foi encontrada diferença estatística entre os valores observados e os estimados. Logo, o modelo de Schumacher & Hall foi o escolhido para estimar o volume da floresta estacional decidual estudada. Conforme Campos & Leite (2006), este modelo é o mais difundido para o ajuste de modelos volumétricos e isso se deve, provavelmente, às suas propriedades estatísticas, uma vez que resulta quase sempre em estimativas não tendenciosas.

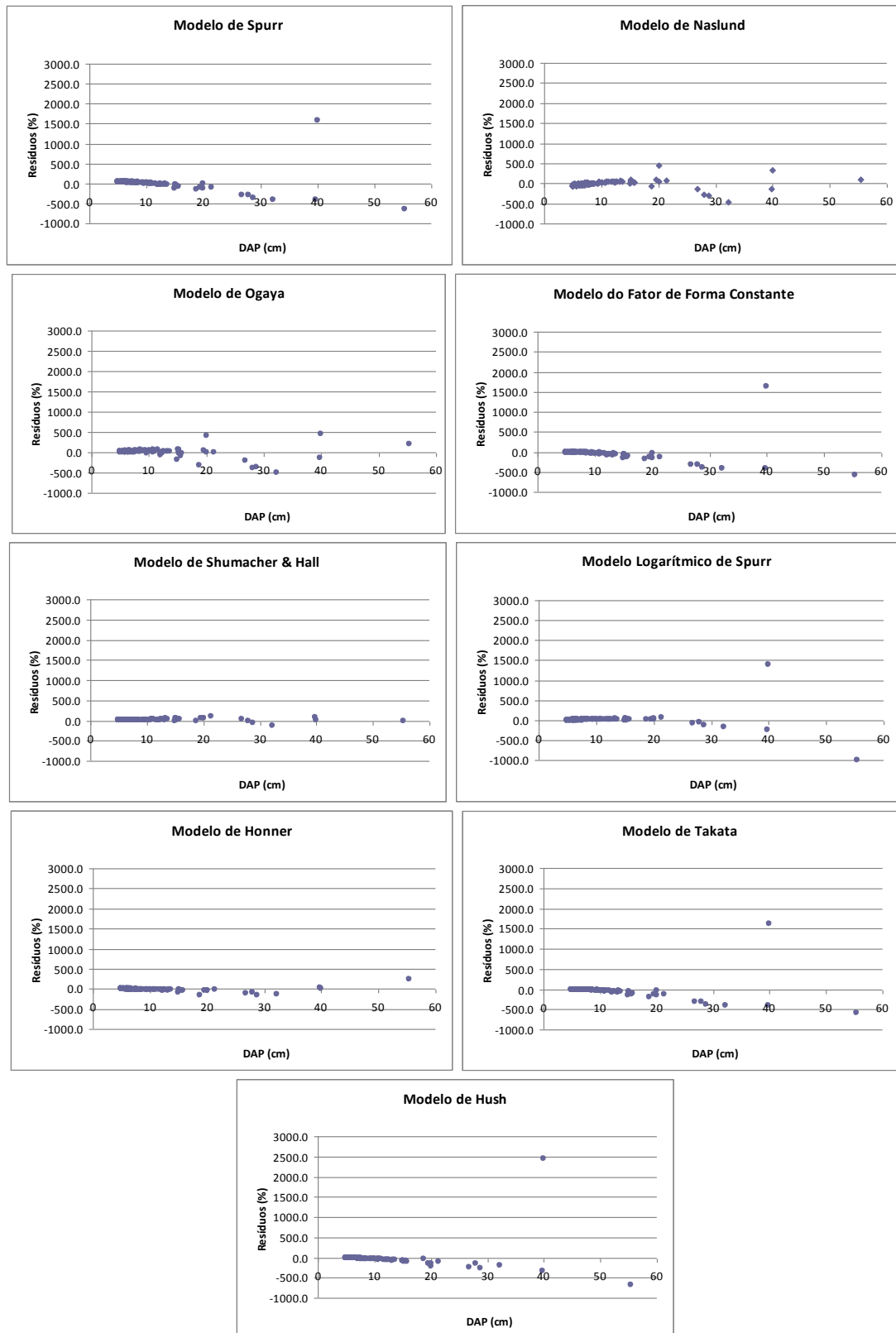


Figura 6. Gráficos de distribuição de resíduos percentuais de estoque em volume em função do DAP, gerados a partir das equações alométricas ajustadas para a floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Na Tabela 7, encontram-se os resultados dos ajustes dos modelos estat para estimar o estoque de biomassa verde. Todos os modelos foram significativos ($p < 0,05$).

O coeficiente de determinação (R^2) variou de 86,98% a 98,68%. Estudos (HIGUCHI & CARVALHO JR, 1994, HIGUCHI et al, 1998; SANTOS et al., 2001; DULCEY et al., 2009) mostram que, em geral, os valores de R^2 encontrados para modelos de biomassa verde ajustados para diferentes tipos de vegetação nativa são altos.

O erro padrão residual percentual variou de 32,07% a 99,30%. Outros estudos como os realizados por Higuchi & Carvalho Jr (1994) e Higuchi et al. (1998) também apresentam altos valores, provavelmente devido a alta variabilidade encontrada em formações florestais nativas.

O padrão de distribuição dos resíduos foi bastante parecido entre os modelos (Figura 7). A exceção foi o modelo de Hush que apresentou alguns valores de resíduos bastante elevados.

Os modelos de Spurr e Naslund, mesmo apresentando boas medidas de precisão, foram descartados, pois quando utilizados para calcular a biomassa verde, estimaram valores negativos. Os modelos de Ogaya e Schumacher & Hall foram os que apresentarem as melhores medidas de precisão com valores bastante parecidos. Foi feito o teste de validação para os dois modelos e não foi encontrada diferença estatística entre os valores observados e os estimados. Para estimar a biomassa verde da floresta estacional estudada foi usado o modelo de Shumacher & Hall, o qual já foi usado para estimar a biomassa em vários tipos de vegetação (SANTOS et al., 2001; VISMARA, 2009), pois se ajusta muito bem a esta variável.

Tabela 7. Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações alométricas para estimar o estoque em biomassa verde de árvores com DAP ≥ 5 cm em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

MODELOS	Coeficientes					R ² (%)	S _{XY} (Kg)	S _{XY} %
	b0	b1	b2	b3	b4			
1 Spurr: $Y = \beta_0 + \beta_1 (X_1^2 X_2) + \varepsilon$	-12,262204	0,076572	-	-	-	97,57	56,53	42,89
2 Naslund: $Y = \beta_1 X_1^2 + \beta_2 X_1^2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2^2 + \beta_4 X_2^2 + \varepsilon$	31,359296	-0,252235	0,087057	0,059324	-1,159184	98,68	42,26	32,07
3 Ogaya: $Y = X_1^2 (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	-0,361026	0,106658	-	-	-	98,50	44,43	33,71
4 Fator de forma constante: $Y = \beta_1 X_1^2 X_2 + \varepsilon$	-	0,075648	-	-	-	97,47	57,38	43,54
5 Schumacher & Hall: $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} + \varepsilon$	0,030309	1,989540	1,382197	-	-	98,49	44,84	34,02
6 Logaritimoca de Spurr: $Y = \beta_0 (X_1^2 X_2)^{\beta_1} + \varepsilon$	0,058864	1,025326	-	-	-	97,50	57,31	43,48
7 Honner: $Y = X_1^2 / (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	2,481151	-0,106357	-	-	-	97,93	52,20	39,61
8 Takata: $Y = (X_1^2 X_2) / (\beta_0 + \beta_1 X_1) + \varepsilon$	11,549165	0,039451	-	-	-	97,64	55,70	42,26
9 Hush: $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1}$	0,899014	1,973865	-	-	-	86,98	130,87	99,30

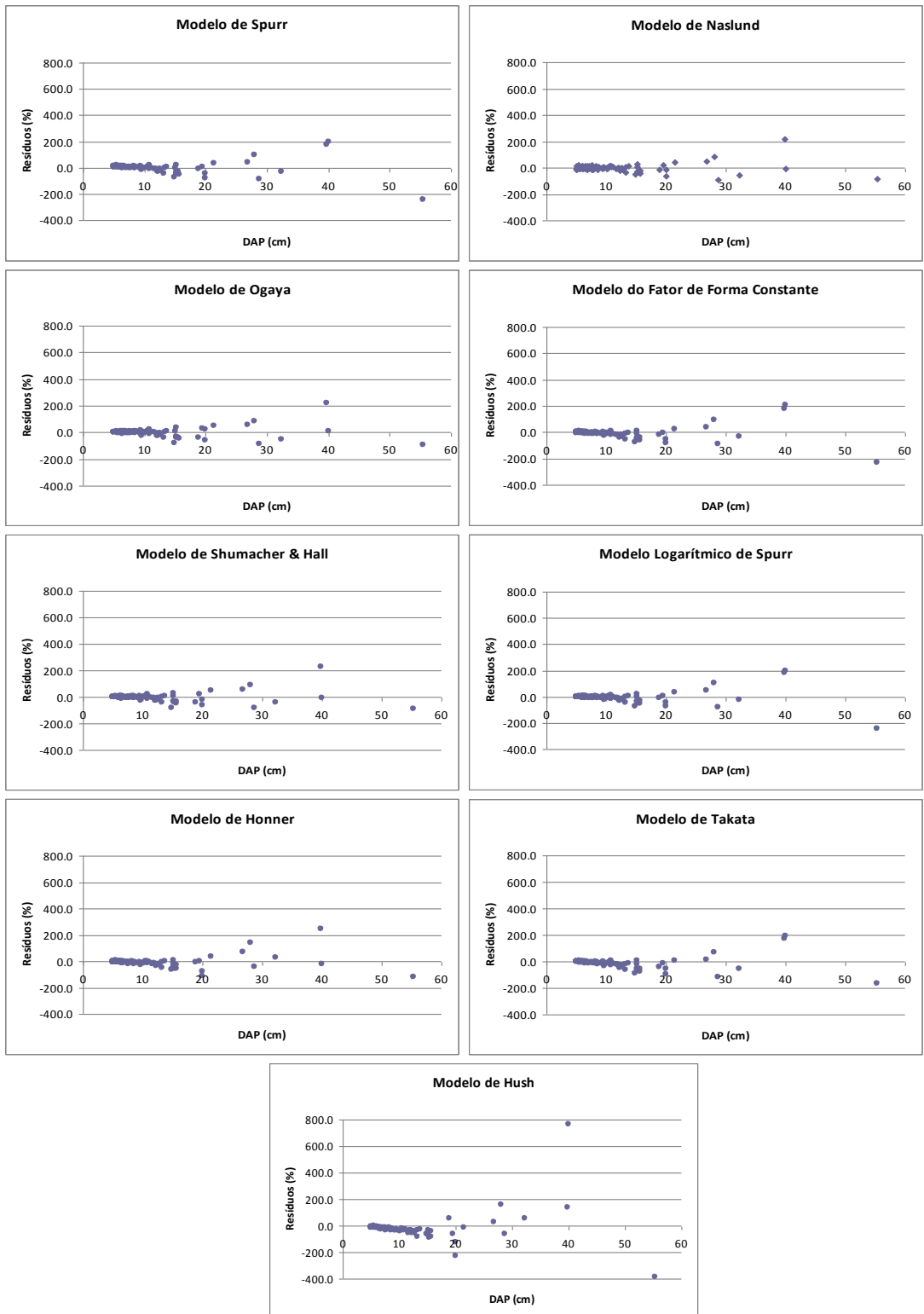


Figura 7. Gráficos de distribuição de resíduos percentuais de estoque de biomassa verde em função do DAP, gerados a partir das equações alométricas ajustadas para a floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

4.4. Ajustes dos modelos de estoque em biomassa seca e carbono

Para o ajuste dos modelos de estoque em biomassa seca e carbono foi necessário descartar 5 (cinco) árvores, devido a erros na codificação das amostras destas árvores no momento que as mesmas foram colocadas na estufa para secar.

Portanto, para o ajuste dos modelos de estoque em biomassa seca e carbono foram utilizadas 123 árvores, sendo que 30 foram separadas para realizar o teste de validação.

Na Tabela 8, encontram-se os resultados dos ajustes dos modelos estatísticos testados para estimar o estoque de biomassa seca. Com exceção do Modelo de Takata, todos os modelos foram significativos ($p < 0,05$).

O coeficiente de determinação (R^2) variou de 75,16% a 96,25%. Outros trabalhos também encontraram valores elevados de R^2 (GUARINO & MEDIROS, 2005; VIEIRA et al., 2008; SILVEIRA, 2009), confirmando a alta a relação entre as variáveis independentes (DAP e altura) com a dependente (biomassa seca). Na Figura 8 podem ser observados os gráficos de dispersão dos resíduos dos diversos modelos testados.

O erro padrão residual percentual variou de 51,64% a 139,68%. Scolforo et al. (2008) levantando florestas estacionais decíduais para o Inventário Florestal de Minas Gerais encontraram erro padrão residuais entre 12% e 49%. Segundo esses autores, a alta heterogeneidade de uma amostra típica de árvores nativas foi responsável pelos altos valores de erros encontrados em florestas naturais.

O modelo de Schumacher & Hall foi o que apresentou as melhores medidas de precisão.

Apesar do modelo de Naslund ter apresentado maior coeficiente de determinação, o modelo de Schumacher & Hall apresentou menor erro padrão residual e, por isso, foi o escolhido para estimar o estoque de biomassa seca na floresta estudada.

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações alométricas para estimar o estoque em biomassa seca de árvores com DAP ≥ 5 cm em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

MODELOS	Coeficientes					R ² (%)	S _{XY} (Kg)	S _{XY} %
	b0	b1	b2	b3	b4			
1 Spurr: $Y = \beta_0 + \beta_1 (X_1^2 X_2) + \varepsilon$	3,290125	0,029838	-	-	-	85,94	49,22	99,09
2 Naslund: $Y = \beta_1 X_1^2 + \beta_2 X_1^2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2^2 + \beta_4 X_2^2 + \varepsilon$	23,905846	-0,481632	0,066402	0,039850	-0,510420	96,25	25,84	52,02
3 Ogaya: $Y = X_1^2 (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	-0,561393	0,082749	-	-	-	94,68	37,39	75,27
4 Fator de forma constante: $Y = \beta_1 X_1^2 X_2 + \varepsilon$	-	0,030087	-	-	-	86,88	49,32	99,29
5 Schumacher & Hall: $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} + \varepsilon$	0,002997	1,770156	2,309705	-	-	96,22	25,65	51,64
6 Logaritimoca de Spurr: $Y = \beta_0 (X_1^2 X_2)^{\beta_1} + \varepsilon$	0,087741	0,891162	-	-	-	87,63	47,90	96,44
7 Honner: $Y = X_1^2 / (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	8,447944	-0,456407	-	-	-	95,06	29,32	59,03
8 Takata: $Y = (X_1^2 X_2) / (\beta_0 + \beta_1 X_1) + \varepsilon$	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Hush: $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1}$	0,787176	1,738990	-	-	-	75,16	69,38	139,68

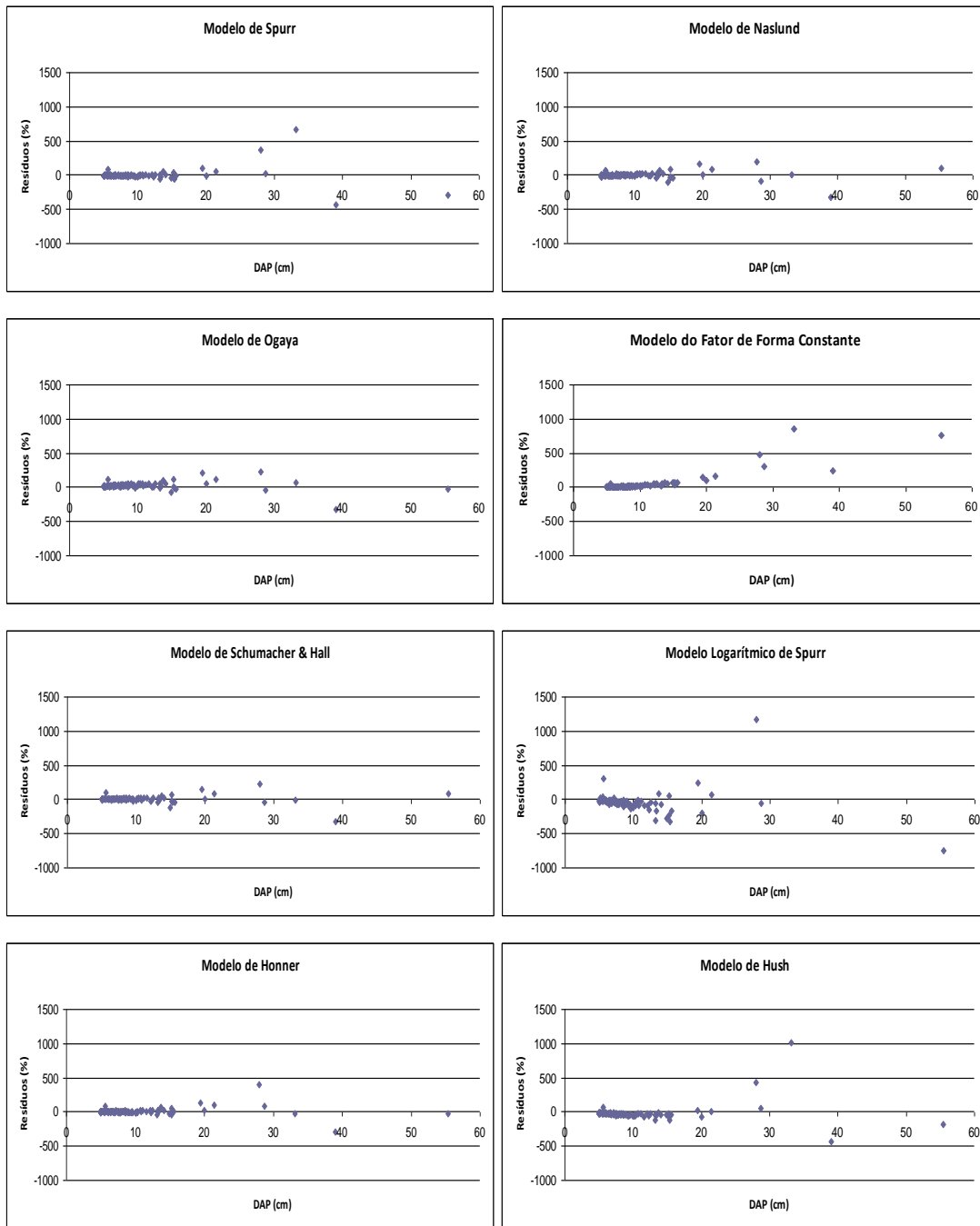


Figura 8. Gráficos de distribuição de resíduos percentuais de estoque de biomassa seca em função do DAP, gerados a partir das equações alométricas ajustadas para a floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Quando realizado o teste de t para dados pareados para validar a estimativa do modelo escolhido, não foi encontrado diferença estatística entre os dados reais e estimados. Vale ressaltar que para o modelo de Naslund, o teste de validação entre os valores estimados e observados também não apresentou diferenças significativas.

Na Tabela 9, encontram-se os resultados dos ajustes dos modelos para estimar o estoque de carbono. Com exceção do Modelo de Takata, todos os modelos foram significativos ($p < 0,05$).

O coeficiente de determinação (R^2) variou de 75,16% a 96,25%. O erro padrão residual percentual variou de 51,64% a 139,68%. O padrão de distribuição dos resíduos sofreu variação entre os modelos ajustados (Figura 9).

O modelo de Schumacher & Hall foi o que apresentou as melhores medidas de precisão. Mesmo apresentando coeficiente de determinação um pouco menor que o encontrado para o modelo de Naslund, este apresentou menor valor de erro padrão que, segundo Scolforo (2005), esta condição indica melhores ajustes

Conforme o teste de t para dados pareados usado para validar a estimativa, os valores reais e estimados foram estatisticamente iguais, validando assim o modelo selecionado.

Pode se observar que as medidas de precisão encontradas para estimar o estoque de carbono são iguais as medidas encontradas para biomassa seca. Isso se deve ao método utilizado para estimar o teor de carbono, no qual foi utilizado o teor de 50% do peso seco para todos os indivíduos e espécies.

Tabela 9. Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações alométricas para estimar o estoque em carbono de árvores com DAP ≥ 5 cm em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

MODELOS	Coeficientes					R ² (%)	S _{XY} (Kg)	S _{XY} %
	b0	b1	b2	b3	b4			
1 Spurr: $Y = \beta_0 + \beta_1 (X_1^2 X_2) + \varepsilon$	1,645063	0,014919	-	-	-	85,94	24,61	99,09
2 Naslund: $Y = \beta_1 X_1^2 + \beta_2 X_1^2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2^2 + \beta_4 X_2^2 + \varepsilon$	11,952923	-0,240816	0,033201	0,019925	-0,255210	96,25	12,92	52,02
3 Ogaya: $Y = X_1^2 (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	-0,280697	0,041374	-	-	-	94,68	15,22	61,29
4 Fator de forma constante: $Y = \beta_1 X_1^2 X_2 + \varepsilon$	-	0,015056	-	-	-	86,88	24,66	99,29
5 Schumacher & Hall: $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} + \varepsilon$	0,001499	1,770156	2,309705	-	-	96,22	12,83	51,64
6 Logaritimoca de Spurr: $Y = \beta_0 (X_1^2 X_2)^{\beta_1} + \varepsilon$	0,043870	0,891162	-	-	-	86,68	23,95	96,44
7 Honner: $Y = X_1^2 / (\beta_0 + \beta_1 X_2) + \varepsilon$	16,895924	-0,912816	-	-	-	95,06	14,66	59,03
8 Takata: $Y = (X_1^2 X_2) / (\beta_0 + \beta_1 X_1) + \varepsilon$	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Hush: $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1}$	0,393588	1,738990	-	-	-	75,16	34,69	139,68

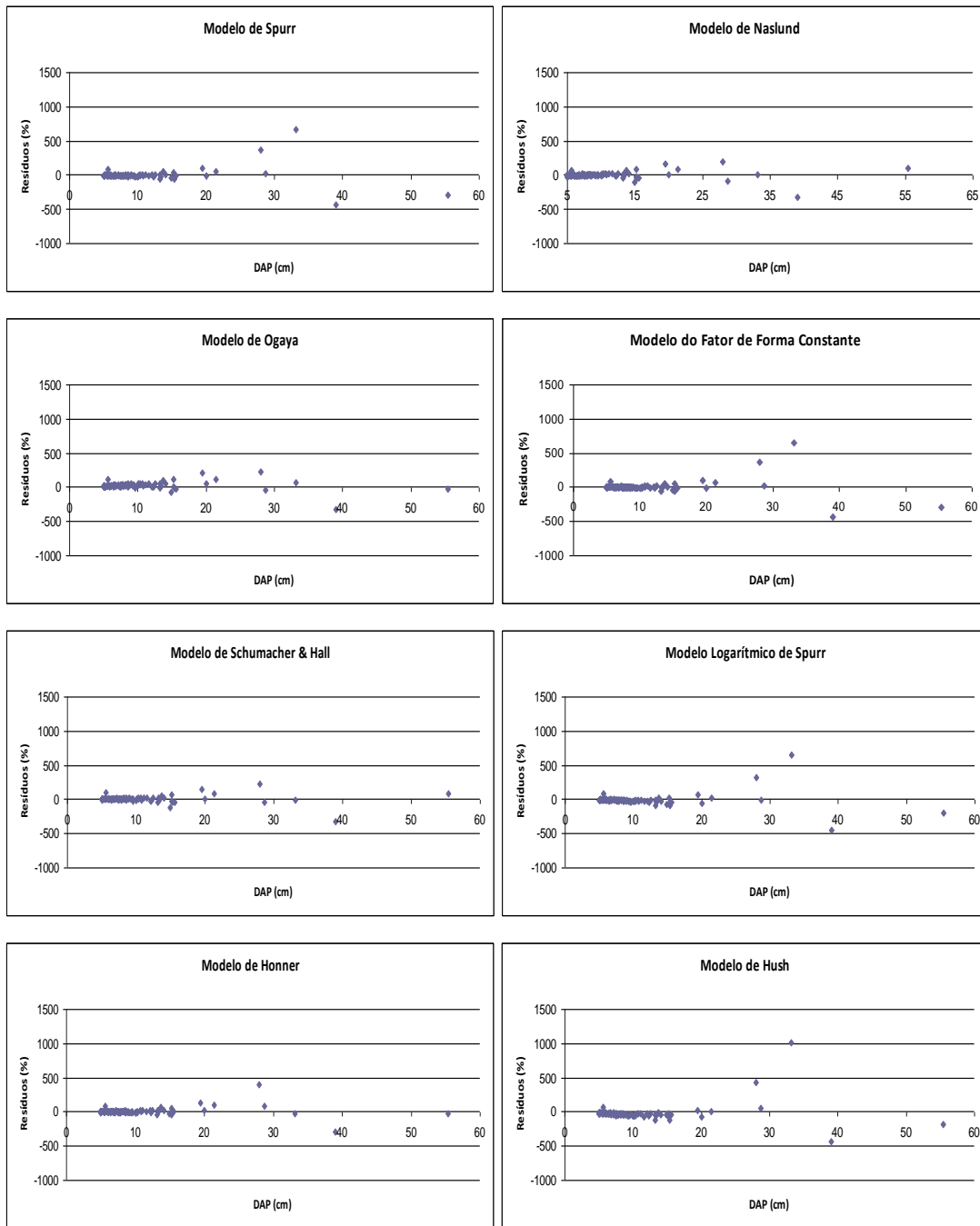


Figura 9. Gráficos de distribuição de resíduos percentuais de estoque de carbono em função do DAP, gerados a partir das equações alométricas ajustadas para a floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

4.5. Estoque de volume de madeira na floresta estacional decidual

A Tabela 9 apresenta o estoque em volume de madeira por espécie. Das espécies de maior IVI, 5 (cinco) figuram entre as espécies com maior volume de madeira na área, ou seja: *T. impetiginosa*, *C. fasciculata*, *M. urundeuva*, *A. fraxinifolium* e *D. bipinnatum*. Estas espécies representam mais de 50% do total do volume estimado para a floresta estudada. Era de se esperar que as espécies com maior IVI sejam as que apresentam o maior volume, seja pela área que elas ocupam (dominância) ou pelo maior número de indivíduos que estas espécies possuem.

Nas duas primeiras classes são encontradas mais de 90% de todos os indivíduos encontrados na área (Tabela 4), porém em termos de volume essas duas classes não chegam a representar 3% (Tabela 10) do total do volume estocado. Mesmo detendo o menor número de indivíduos da comunidade, os indivíduos de maior diâmetro apresentam características que os conferem maior volume, ou seja, maiores diâmetros e altura, além de maior copa.

Tabela 9. Estoque em volume de madeira ($\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$), por espécie, para as árvores com DAP ≥ 5 cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Espécies	Volume ($\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,3510
<i>Anadenanthera peregrina</i>	4,6496
<i>Andira</i> sp	0,0014
<i>Apeiba tibourbou</i>	0,0204
<i>Aspidosperma pirifolium</i>	0,0020
<i>Aspidosperma subincanum</i>	0,4658
<i>Astronium fraxinifolium</i>	8,3391
<i>Bauhinia rufa</i>	0,0128
<i>Buchenavia tomentosa</i>	0,2539
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	0,0068
<i>Callisthene fasciculata</i>	12,7008
<i>Campomanesia velutina</i>	0,0013
<i>Casearia rupestris</i>	0,2373
<i>Celtis iguanaea</i>	0,0014
<i>Combretum duarteanum</i>	0,1481
<i>Cordia</i> sp	0,2069
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	0,0002
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	6,6041
<i>Diospyros hispida</i>	0,0032

Continuação Tabela 9.

Espécies	Volume (m³.ha⁻¹)
<i>Erythroxylum daphnites</i>	0,0001
<i>Eugenia dysenterica</i>	0,0039
<i>Ficus</i> sp.	0,0019
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,1366
<i>Guettarda viburnoides</i>	0,0297
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0,3052
<i>Lafoensia pacari</i>	0,0020
<i>Luehea divaricata</i>	0,0486
<i>Machaerium acutifolium</i>	0,0946
<i>Machaerium hirtum</i>	0,2100
<i>Machaerium villosum</i>	3,2644
<i>Magonia pubescens</i>	0,2467
Morta	2,5261
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	8,7734
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	0,8302
<i>Platymiscium floribundum</i>	0,0016
<i>Platyopodium elegans</i>	0,0271
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	14,3599
<i>Qualea grandiflora</i>	0,0005
<i>Qualea multiflora</i>	0,0004
<i>Randia</i> sp	0,0033
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	0,0196
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	0,0006
<i>Simarouba versicolor</i>	0,4751
<i>Spondias mombin</i>	0,0002
<i>Sterculia striata</i>	3,5255
<i>Syagrus oleracea</i>	0,2553
<i>Tabebuia aurea</i>	0,2388
<i>Tabebuia ochracea</i>	0,0004
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	16,0187
<i>Tabebuia roseoalba</i>	0,6101
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,6857
<i>Terminalia argentea</i>	0,9381
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	0,0042
<i>Tocoyena formosa</i>	0,0087
Total geral	88,6532

Tabela 10. Estoque de volume, em $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$, por classe diamétrica, para as árvores com $\text{DAP} \geq 5$ cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Classes de DAP (cm)	Volume ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)	%
5 - 10	0,787	0,888
10 - 15	1,577	1,778
15 - 20	2,319	2,616
20 -25	5,454	6,152
25 - 30	11,160	12,588
30 - 35	12,241	13,808
35 - 40	12,145	13,699
40 - 45	18,846	21,258
45 - 50	10,686	12,053
50 - 55	3,825	4,314
55 - 65	9,615	10,845
Total geral	88,653	100,00

Para a floresta estacional estudada, estima-se que a produção volumétrica por hectare, incluindo árvores mortas, seja de $88,65 \text{ m}^3$. Se levado em conta toda a sua extensão, há estocado cerca de $7.978,79 \text{ m}^3$, com um erro de $\pm 2.994,3 \text{ m}^3$, considerando um nível de significância de 5%.

Scolforo et al. (2008) inventariando florestas estacionais deciduais para o Inventário Florestal de Minas Gerais encontraram valores variando de $56,46 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ a $338,8 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, dependendo os estágio sucessional em que se encontra a floresta. Coraiola & Péllico Netto (2003), estudando uma floresta estacional semidecidual no estado de Minas Gerais, encontraram um estoque de carbono de $146,65 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ para árvores com $\text{DAP} \geq 10$ cm.

Estudando um cerrado *sensu stricto* no DF, Imaña-Encina et al. (2009) encontraram um volume com casca de $16,18 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ de madeira. Batalha et al. (2004) encontraram para o cerrado *sensu stricto* da região Sudeste (São Paulo) um volume de madeira igual a $16,479 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. Rezende et al. (2006) registraram para um cerrado *sensu stricto* localizado no Distrito Federal um valor igual a $25,10 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$.

O volume encontrado para a floresta estudada é superior ao encontrado nas formações savânicas, porém inferior ao encontrado em florestas tropicais. O baixo volume registrado pode ser devido ao corte seletivo dos indivíduos de

maior diâmetro que ocorreu anos atrás na área, além da alta densidade de árvores entre 5 e 15 cm de diâmetro.

Na Tabela 11 são apresentados os resultados do inventário visando estimar o estoque de volume. Observa-se que o erro amostral foi um pouco elevado quando comparado ao recomendado por alguns autores.

Tabela 11. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando a variável volume de madeira ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Estimadores dos parâmetros da população amostrada	Volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)
Média	88,65
Coefficiente de Variação (%)	90
Erro Amostral *	33,27
Erro Amostral (%) *	37,53
Intervalo de Confiança da Média *	$55,38 \leq x \leq 121,93$

* Nível de significância de 5%

4.6. Estoque em biomassa verde na floresta estacional decidual

A Tabela 12 apresenta o estoque em biomassa verde por espécie registrada na floresta estacional decidual estudada. Das espécies de maior IVI, 7 (sete) estão entre as de maior biomassa verde, ou seja: *Tabebuia impetiginosa*, *Callisthene fasciculata*, *Guazuma ulmifolia*, *Myracrodruon urundeuva*, *Dilodendron bipinnatum*, *Astronium fraxinifolium* e *Casearia rupestris*. Tais espécies representam 61% de toda a biomassa verde estocada na floresta estudada.

As duas primeiras classes diamétricas apresentam um pouco mais de 25% do total de biomassa verde estocada na floresta (Tabela 13). Vogel et al. (2006) em seus estudos numa floresta estacional decidual no Rio Grande Sul encontraram a mesma situação, ou seja, o maior estoque de biomassa nas classes de menor diâmetro.

Tabela 12. Estoque em biomassa verde (t.ha⁻¹), por espécie, para as árvores com DAP \geq 5 cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Espécies	Biomassa verde (t.ha⁻¹)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1,012
<i>Anadenanthera peregrina</i>	4,045
<i>Andira</i> sp	0,023
<i>Apeiba tibourbou</i>	0,230
<i>Aspidosperma pirifolium</i>	0,042
<i>Aspidosperma subincanum</i>	0,569
<i>Astronium fraxinifolium</i>	4,878
<i>Bauhinia rufa</i>	0,178
<i>Buchenavia tomentosa</i>	0,449
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	0,053
<i>Callisthene fasciculata</i>	8,660
<i>Campomanesia velutina</i>	0,045
<i>Casearia rupestris</i>	3,143
<i>Celtis iguanaea</i>	0,035
<i>Combretum duarteanum</i>	2,824
<i>Cordia</i> sp	0,444
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	0,008
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	6,801
<i>Diospyros hispida</i>	0,055
<i>Erythroxylum daphnites</i>	0,005
<i>Eugenia dysenterica</i>	0,044
<i>Ficus</i> sp	0,064
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9,330
<i>Guettarda viburnoides</i>	0,484
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0,511
<i>Lafoensia pacari</i>	0,063
<i>Luehea divaricata</i>	0,278
<i>Machaerium acutifolium</i>	0,272
<i>Machaerium hirtum</i>	0,488
<i>Machaerium villosum</i>	1,733
<i>Magonia pubescens</i>	0,502
Morta	1,983
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	8,249
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	0,795
<i>Platymiscium floribundum</i>	0,027
<i>Platypodium elegans</i>	0,134
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	7,125
<i>Qualea grandiflora</i>	0,013
<i>Qualea multiflora</i>	0,010
<i>Randia</i> sp	0,088
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	0,475
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	0,022
<i>Simarouba versicolor</i>	0,998
<i>Spondias mombin</i>	0,007
<i>Sterculia striata</i>	2,927

Continuação Tabela 12.

Espécies	Biomassa verde (t.ha⁻¹)
<i>Syagrus oleracea</i>	0,666
<i>Tabebuia aurea</i>	0,822
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	12,001
<i>Tabebuia ochracea</i>	0,012
<i>Tabebuia roseoalba</i>	1,416
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,989
<i>Terminalia argentea</i>	0,999
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	0,044
<i>Tocoyena formosa</i>	0,203
Total geral	87,273

Para a floresta estacional estudada, estima-se que a produção de biomassa verde por hectare seja de 87,27 toneladas, o que representa um estoque 7.854,52 toneladas para toda a floresta. O erro é de $\pm 1.702,45$ toneladas, considerando um nível de significância de 5%.

Tabela 13. Estoque de biomassa verde, em t.ha⁻¹, por classe diamétrica, para as árvores com DAP ≥ 5 cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Classes de DAP (cm)	Biomassa verde (t.ha⁻¹)	%
5 - 10	13,416	15,372
10 - 15	10,689	12,248
15 - 20	6,011	6,888
20 - 25	7,831	8,973
25 - 30	11,947	13,690
30 - 35	9,427	10,802
35 - 40	8,158	9,347
40 - 45	8,446	9,678
45 - 50	5,011	5,742
50 - 55	2,469	2,829
55 - 65	3,866	4,430
Total geral	87,273	100,00

Na Tabela 14 encontram-se os resultados que avaliaram o inventário para biomassa verde com o respectivo intervalo de confiança. Diferente da variável volume, o erro amostral encontrado para esta variável encontra-se dentro do recomendado, como já mencionado no item 4.1 que apresenta e discute a suficiência amostral do inventário.

Tabela 14. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando a variável biomassa verde (t.ha⁻¹) em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Estimadores dos parâmetros da população amostrada	Biomassa verde (t.ha ⁻¹)
Média	87,27
Coefficiente de Variação (%)	52,51
Erro Amostral *	18,92
Erro Amostral (%) *	21,67
Intervalo de Confiança da Média *	68,36 ≤ x ≤ 106,19

* Nível de significância de 5%

4.7. Estoque de biomassa seca e carbono para a floresta estacional decidual

As Tabelas 15 e 16 apresentam os estoques em biomassa seca e carbono por espécie para a floresta estacional estudada. Entre as espécies de maior IVI, sete se destacaram por apresentar os maiores estoques em biomassa seca e carbono, isto é: *Tabebuia impetiginosa*, *Callisthene fasciculata*, *Guazuma ulmifolia*, *Myracrodruon urundeuva*, *Dilodendron bipinnatum*, *Astronium fraxinifolium* e *Casearia rupestris*. Juntas estas espécies representam 62% de toda a biomassa seca e de todo o carbono estocados na floresta estacional estudada.

Cabe ressaltar que os indivíduos mortos mesmo ocupando um alto valor de importância na comunidade, quando analisados sob as variáveis de volume, biomassa e carbono não representam 3% dos estoques destas. Este fato ratifica a idéia que o elevado IVI destes indivíduos se deve a boa distribuição deles no fragmento e não à dominância ou densidade.

Igualmente ao observado para os estoques em volume e biomassa verde, verificou-se que os indivíduos das duas primeiras classes de diâmetro contribuem com pouco mais de 20% do total de biomassa seca e carbono estocados na floresta (Tabela 17 e 18). Vale & Felfili (2005) encontraram o mesmo padrão para uma área de cerrado *sensu stricto*, ou seja, nas classes de menor diâmetro encontra-se o maior estoque de biomassa e, conseqüentemente, de carbono.

Tabela 15. Estoque em biomassa seca (t.ha⁻¹), por espécie, para as árvores com DAP ≥ 5 cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Espécies	Biomassa seca (t.ha⁻¹)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,476
<i>Anadenanthera peregrina</i>	2,006
<i>Andira</i> sp	0,007
<i>Apeiba tibourbou</i>	0,063
<i>Aspidosperma pirifolium</i>	0,013
<i>Aspidosperma subincanum</i>	0,299
<i>Astronium fraxinifolium</i>	2,635
<i>Bauhinia rufa</i>	0,061
<i>Buchenavia tomentosa</i>	0,185
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	0,020
<i>Callisthene fasciculata</i>	4,067
<i>Campomanesia velutina</i>	0,012
<i>Casearia rupestris</i>	1,031
<i>Celtis iguanaea</i>	0,012
<i>Combretum duarteanum</i>	0,925
<i>Cordia</i> sp	0,180
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	0,002
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	3,305
<i>Diospyros hispida</i>	0,017
<i>Erythroxylum daphnites</i>	0,001
<i>Eugenia dysenterica</i>	0,014
<i>Ficus</i> sp	0,018
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3,275
<i>Guettarda viburnoides</i>	0,144
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0,268
<i>Lafoensia pacari</i>	0,016
<i>Luehea divaricata</i>	0,100
<i>Machaerium acutifolium</i>	0,097
<i>Machaerium hirtum</i>	0,182
<i>Machaerium villosum</i>	0,954
<i>Magonia pubescens</i>	0,203
Morta	0,861
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	3,902
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	0,409
<i>Platymiscium floribundum</i>	0,012
<i>Platypodium elegans</i>	0,055
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	3,016
<i>Qualea grandiflora</i>	0,004
<i>Qualea multiflora</i>	0,003
<i>Randia</i> sp	0,024
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	0,132
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	0,006
<i>Simarouba versicolor</i>	0,437
<i>Spondias mombin</i>	0,002

Continuação Tabela 15.

Espécies	Biomassa seca (t.ha⁻¹)
<i>Sterculia striata</i>	1,348
<i>Syagrus oleracea</i>	0,345
<i>Tabebuia aurea</i>	0,325
<i>Tabebuia ochracea</i>	0,003
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	6,093
<i>Tabebuia roseoalba</i>	0,586
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,454
<i>Terminalia argentea</i>	0,484
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	0,018
<i>Tocoyena formosa</i>	0,063
Total geral	39,169

Tabela 16. Estoque em carbono (t.ha⁻¹), por espécie, para as árvores com DAP ≥ 5 cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Espécies	Carbono (t.ha⁻¹)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,238
<i>Anadenanthera peregrina</i>	1,003
<i>Andira</i> sp	0,004
<i>Apeiba tibourbou</i>	0,032
<i>Aspidosperma pirifolium</i>	0,006
<i>Aspidosperma subincanum</i>	0,150
<i>Astronium fraxinifolium</i>	1,318
<i>Bauhinia rufa</i>	0,030
<i>Buchenavia tomentosa</i>	0,092
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	0,010
<i>Callisthene fasciculata</i>	2,034
<i>Campomanesia velutina</i>	0,006
<i>Casearia rupestris</i>	0,515
<i>Celtis iguanaea</i>	0,006
<i>Combretum duarteanum</i>	0,463
<i>Cordia</i> sp	0,090
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	0,001
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	1,653
<i>Diospyros hispida</i>	0,009
<i>Erythroxylum daphnites</i>	0,001
<i>Eugenia dysenterica</i>	0,007
<i>Ficus</i> sp	0,009
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,637
<i>Guettarda viburnoides</i>	0,072
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0,134
<i>Lafoensia pacari</i>	0,008
<i>Luehea divaricata</i>	0,050
<i>Machaerium acutifolium</i>	0,048
<i>Machaerium hirtum</i>	0,091
<i>Machaerium villosum</i>	0,477

Continuação Tabela 16.

Espécies	Carbono (t.ha ⁻¹)
<i>Magonia pubescens</i>	0,102
Morta	0,430
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	1,951
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	0,204
<i>Platymiscium floribundum</i>	0,006
<i>Platypodium elegans</i>	0,027
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	1,508
<i>Qualea grandiflora</i>	0,002
<i>Qualea multiflora</i>	0,002
<i>Randia</i> sp	0,012
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	0,066
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	0,003
<i>Simarouba versicolor</i>	0,218
<i>Spondias mombin</i>	0,001
<i>Sterculia striata</i>	0,674
<i>Syagrus oleracea</i>	0,173
<i>Tabebuia aurea</i>	0,162
<i>Tabebuia ochracea</i>	0,002
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3,047
<i>Tabebuia roseoalba</i>	0,293
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,227
<i>Terminalia argentea</i>	0,242
<i>Terminalia phaeocarpa</i>	0,009
<i>Tocoyena formosa</i>	0,031
Total geral	19,584

Tabela 17. Estoque de biomassa seca, em t.ha⁻¹, por classe diamétrica, para as árvores com DAP ≥ 5 cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Classes de DAP (cm)	Biomassa seca (t.ha ⁻¹)	%
5 - 10	4,405	11,247
10 - 15	3,896	9,947
15 - 20	2,644	6,750
20 - 25	3,784	9,662
25 - 30	5,841	14,911
30 - 35	4,805	12,267
35 - 40	3,997	10,204
40 - 45	4,705	12,013
45 - 50	2,458	6,275
50 - 55	0,965	2,463
55 - 65	1,669	4,261
Total geral	39,169	100,00

Tabela 18. Estoque de carbono, em t.ha⁻¹, por classe diamétrica, para as árvores com DAP ≥ 5 cm, inclusive árvores mortas em pé, em uma floresta estacional decidual na Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Classes de DAP (cm)	Carbono (t.ha⁻¹)	%
5 - 10	2,203	11,247
10 - 15	1,948	9,947
15 - 20	1,322	6,750
20 -25	1,892	9,662
25 - 30	2,920	14,911
30 - 35	2,402	12,267
35 - 40	1,998	10,204
40 - 45	2,353	12,013
45 - 50	1,229	6,275
50 - 55	0,482	2,463
55 - 65	0,834	4,261
Total geral	19,584	100,000

Para a floresta estacional estudada, estima-se que a produção de biomassa seca por hectare seja de 39,17 toneladas. Se levado em conta toda a sua extensão, há estocado cerca de 3525,17 toneladas, com um erro de ± 833,4 toneladas, considerando 95% de probabilidade.

Santos et al. (2004), estudando Sistemas Agroflorestais (SAF) nas várzeas do Rio Juba, no município de Cametá – Pará, encontraram estoques de biomassa seca muito superiores ao da floresta estacional estudada com valores variando de 128,79 t.ha⁻¹ a 402,79 t.ha⁻¹. Estes autores atribuem o alto estoque de biomassa seca as ações antrópicas que a área vem sofrendo.

Boina (2008) estudando duas florestas estacionais semidecíduais em Minas Gerais encontrou 73,39 e 152,35 t.ha⁻¹ de biomassa seca. Watzlawick et al. (2002), em trabalho realizado em um ambiente de Floresta Ombrófila Mista Montana, no município de General Carneiro, estado do Paraná, encontraram valores de 66,62 t.ha⁻¹ de biomassa aérea seca para um estágio inicial de sucessão, 161,9 t.ha⁻¹ em um estágio intermediário e 385,7 t.ha⁻¹ em estágio avançado. Os valores encontrados não compreendem folhas e miscelâneas.

Brown *et al.* (1989) mostraram que, na Ásia, foram obtidos valores que variam de 36 t.ha⁻¹ em uma floresta secundária em estágio inicial de sucessão até 382 t.ha⁻¹ em uma floresta montana num estágio avançado de sucessão.

Socher et al. (2008) encontraram para uma floresta ombrófila mista aluvial no estado do Paraná 165,61 t.ha⁻¹.

De acordo com Martínez-Yrizar (1995), a biomassa acima do solo para florestas estacionais varia de 28 a 268 t.ha⁻¹. Scolforo et al. (2008), no levantamento do Inventário Florestal de Minas Gerais, encontraram valores entre 33,8 a 188,55 t.ha⁻¹ de biomassa seca para floresta estacional decidual e afirmaram que este valor varia de acordo com o estágio sucessional que a vegetação se encontra.

Para o fragmento estudado, estima-se que a produção de carbono por hectare seja de 19,584 toneladas. Quando calculado para a área completa, chega-se a um valor aproximado de 1.762,58 toneladas, com um erro de \pm 416,7 toneladas, ao nível de 5% de significância.

Em Sistemas Agroflorestais nas várzeas do Rio Juba, no Pará, foram encontrados valores maiores que o registrado na floresta estudada (SANTOS et al.;2004). Nesta região foram estudadas sete diferentes SAF's, onde os valores variaram de 57,96 t.ha⁻¹ a 181,26 t.ha⁻¹.

Em florestas estacionais semidecíduais, também em Minas Gerais, Boina (2008), estudando dois fragmentos, encontrou 36,7 e 76,17 t.ha⁻¹ de carbono. Segundo Brown & Lugo (1982), o estoque de carbono contido nas árvores localizadas nos trópicos variam de 20 a 269 t.ha⁻¹.

No inventário florestal de MG, Scolforo et al. (2008) encontraram valores entre 14,95 a 90,6 t.ha⁻¹ de carbono estocado nas florestas estacionais decíduais. Este valor variou conforme o estágio sucessional em que a vegetação se encontrava. Watzlawick et al. (2002) também avaliaram o estoque de carbono em vários estágios sucessionais em um ambiente de Floresta Ombrófila Mista Montana, no município de General Carneiro, estado do Paraná. Estes autores encontraram valores de 27,6 t.ha⁻¹ de biomassa aérea para um estágio inicial de sucessão, 67,31 t.ha⁻¹ em um estágio intermediário e 159,85 t.ha⁻¹ em estágio avançado.

Segundo Martínez-Yrizar (1995), o estágio sucessional pode ter uma forte influência na quantificação de fitomassa acima do solo, influenciado assim o estoque de carbono. Esta autora atribui maior peso a esse fator do que a própria variação da precipitação, por exemplo. Além disso, a autora também

destaca o solo e o histórico da ação antrópica, como sendo outros fatores que influenciam na estrutura de uma floresta.

Nas Tabelas 19 e 20 encontram-se os resultados que avaliaram a precisão do inventário quanto ao estoque de biomassa seca e carbono. Observa-se que os erros amostrais foram um pouco elevados, porém aceitos quando se trata de florestas nativas onde existe uma alta heterogeneidade dentro da comunidade vegetal.

Tabela 19. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando a variável biomassa seca em uma floresta estacional decidual da Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Estimadores dos parâmetros da população amostrada	Biomassa seca (t.ha⁻¹)
Média	39,17
Coeficiente de Variação (%)	57,25
Erro Amostral *	9,26
Erro Amostral (%) *	23,63
Intervalo de Confiança da Média *	29,91 ≤ x ≤ 48,42

* Nível de significância de 5%

Tabela 20. Estimadores dos parâmetros da população amostrada considerando a variável carbono em uma floresta estacional decidual da Fazenda Canaã, Campos Belos, GO.

Estimadores dos parâmetros da população amostrada	Carbono (t.ha⁻¹)
Média	19,58
Coeficiente de Variação (%)	57,25
Erro Amostral *	4,63
Erro Amostral (%) *	23,63
Intervalo de Confiança da Média *	14,96 ≤ x ≤ 24,21

* Nível de significância de 5%

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pelo estudo permitem concluir que:

- a) O modelo de Schumacher & Hall foi o mais indicado para estimar os estoques de volume, biomassa verde e seca e carbono;
- c) O estoque em volume, biomassa verde e seca e carbono na floresta estudada, quando comparado a outros tipos de vegetação, encontra-se

superior ao encontrado nas formações savânicas, porém inferior as florestas tropicais;

d) Encontram-se duas primeiras classes de diâmetro o maior número de indivíduos, e o maior estoque de biomassa (verde e seca) e carbono;

e) O erro amostral encontrado para volume, biomassa e carbono foi alto, logo sugere-se que mais parcelas sejam lançadas para que a estimativa de volume seja a mais real possível para o fragmento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1997. **Norma ABNT NBR 7190**, 107p. CB- 02 – Comitê Brasileiro de Construção Civil. E-02:003.10 – Comissão de Estudo de Estruturas de Madeira, p. 48-51.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II. 2003. An update of the Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.141, n.4, p.399-436.

AQUINO, F. G. & MIRANDA, G. H. B. 2008. Conseqüências ambientais da fragmentação de habitats no Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Volume 1, p.383-395.

BAIS, C. R. 2008. **Tamanho de parcelas para quantificação de biomassa e carbono em uma floresta ombrófila densa na Mata Atlântica**. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Piracicaba.

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

BATALHA, M. A. & MARTINS, F. R. 2004. Floristic, frequency, and vegetation life-form spectra of a cerradão site. **Brazilian Journal of Biology**, v.64, n.2, p.201-209.

BOINA, A. **Quantificação de estoques de biomassa e de carbono em floresta estacional decidual, Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2008. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 98 p.

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

BROWN, S.; LUGO, A. E. & GILLESPIE, A. J. R. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v. 35, n. 4, p.881-902.

BROWNING, B. L. 1963. The composition and Chemical Reactions of Wood. In: BROWNING, B. L. **The Chemistry of Wood**. Interscience Publishers. New York.

BUENO, P. C. 2003. **Estrutura de populações, germinação e longevidade de sementes de árvores de floresta estacional decidual**. Dissertação de mestrado, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 75 pp.

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

CHANG, M. 2002. Seqüestro de Carbono Florestal: oportunidades e riscos para o Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, n.102, p.85-101.

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

CORAIOLA, M. & PÉLLICO NETTO, S. 2003. Análise da estrutura dimensional de uma floresta estacional semidecidual localizada no município de Cássia - MG: estrutura volumétrica. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v.1, n.4, p.11-24.

DIAS, B. F. S. 1990 Conservação da natureza no cerrado. *In*: PINTO, M. N. (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília, Editora UnB e SEMATEC. p. 607-663.

DIAS, B. F. S. 1994. A conservação da natureza. *In*: NOVAES-PINTO, M. (org.), **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2ª edição, Editora Universidade de Brasília, Brasília-DF. p. 607-663.

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

DUCEY, M. J.; ZARIN, D. J.; VASCONCELOS, S. S. & ARAÚJO, M. M. 2009. Biomass equations for forest regrowth in the eastern Amazon using randomized branch sampling. **Acta Amazônica**, v.39, n.2, p.349–360.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Mapa da cobertura vegetal do Brasil. Disponível em: <http://www.cobveget.cnpm.embrapa.br/resulta/brasil/leg_br.html>. Acesso em 05 dezembro de 2010.

FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I. F.; PES, L. & ALVAREZ FILHO, A. A. 1994. Estrutura fitossociológica de uma floresta estacional decidual na região de Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v.4, p.109-128.

FELFILI, J. M. 1997. Diameter and height distributions in a gallery forest tree community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, n. 2, p.155-162.

FELFILI, J. M. 2003. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. *In*: COSTA, R. B. (org). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, p.139-160.

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

FELFILI, M. F.; CARVALHO, F. A. & HAIDAR, R. F. 2005. **Manual para monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília. 55p.

FERNANDES, T. J. G.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G. & ALVARENGA, A. P. 2007. Quantificação do carbono estocado na parte aérea e raízes de *Hevea* sp., aos 12 anos de idade, na Zona da Mata Mineira. **Revista Árvore**, v.31, n.4, p.657-665.

FERREIRA, R. L. C. 1997. **Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, MG**. Tese de Doutorado. Viçosa, MG. 208f.

FIEDLER, N. C.; AZEVEDO, I. N. C. & REZENDE, A. V. 2004. Effect of fire on the structure and floristic composition of a cerrado *sensu stricto* area in Fazenda Água Limpa-DF. **Revista Árvore**, vol.28, n.1, p.129-138.

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

HACK, C; LONGHI, S. J.; BOLIGON, A. A; MURARI, A. B. & PAULESKI, D. T. 2005. Análise fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual do município de Jaguarí, RS. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1083-1091.

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

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

HOUGHTON, R. A. 2002. Terrestrial carbon sinks – uncertain explanations. **Biologist**, v.49, p.155–160.

IBGE. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 92p.

IBGE. 1995. **Zoneamento Geoambiental e Agroecológico do Estado de Goiás**. IBGE, Rio de Janeiro.

IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O. A.; PAULA, J. E. & IMAÑA, C. R. 2009. Equações de volume de madeira para o cerrado de Planaltina de Goiás. **Floresta**, v.39, n.1, p.107-116.

IPCC. 2000. **Mudança do clima 1995. A ciência da mudança do clima:** Sumário para Formuladores de Políticas. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 56p.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R. & NAVE, A. G. 2002. Fitossociologia de um remanescente de floresta estacional decidual em Itatinga - SP, para fins de restauração de áreas degradadas. **Revista Árvore**, v.26, n.1, p. 43-57.

KENT, M. & COKER, P. 1992. **Vegetation Description and Analysis**. Belhaven Press. London.

KETTERINGS, Q. M.; COE, R.; NOORDWIJK, M.; AMBAGAU, Y. & PALM, C. A. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. **Forest Ecology and Management**, v.146, n.1-3, p.199-209.

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

KUNZ, S. H.; IVANAUSKAS, N. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, E. & STEFANELLO, D. 2008. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um trecho de floresta estacional perenifolia na Fazenda Trairão, Bacia do Rio das Pacas, Querência-MT. **Acta Amazônica**, v.38, p.245-254.

LAAR, A. V. & AKÇA, A. 2007. **Forest Mensuration**. Series: Managing Forest Ecosystems, v.13, 2nd ed. Springer, 383p.

LEITE, H. G. & ANDRADE, V. C. L. 2002. Um método para condução de inventários florestais sem o uso de equações volumétricas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 3.

LIMA, JACIRA. R.; SAMPAIO, E. V. DE S. B.; RODAL, M. J. N. & ARAÚJO, F. S. 2009. Composição florística da floresta estacional decídua montana de Serra das Almas, CE, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v.23, n.3, p.756-763.

LIMA, M. S.; DAMASCENO-JÚNIOR, G. A. & TANAKA, M. O. 2010. Aspectos estruturais da comunidade arbórea em remanescentes de floresta estacional decidual, em Corumbá, MS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.3, p.437-453.

LONGHI, S. J.; NASCIMENTO, A. R. T.; FLEIG, F. D.; DELLA-FLORA, J. B.; FREITAS, R. A. & CHARÃO, L. W. 1999. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria – Brasil. **Ciência Florestal**, v.9, n.1, p.115–133.

MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.G. P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES, D.A.; SANTOS, N.S.; TABOR, K. & STEININGER, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. **Conservação Internacional**, Brasília, DF. 23p.

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

MANTOVANI, J. E. & PEREIRA, A. 1998. Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/Landsat. **Conservation International**. Brasília, DF.

MARTÍNEZ-YRÍZAR, A. 1995. Biomass distribution and primary productivity of tropical dry forests. In: Bullock, S. H., Mooney, H. & Medina, E. (eds). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, p.326-345.

MARTINS, F. R. 1993. **Estrutura de uma floresta mesófila**. 2ª Edição. Editora da Unicamp, Campinas. 246p.

MENDES, K.; GOMES, P. & ALVES, M. 2010. Floristic inventory of a zone of ecological tension in the Atlantic Forest of Northeastern Brazil. **Rodriguésia**, v.61, n.4, p.669-676.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA-JÚNIOR, M. C.; MMA. 2007. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**, v.1, 300p.

MURPHY, P. G. & LUGO, A. E. 1986. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.17, n.1, p.67-88.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, O. A. B. & KENTS, J. 2000 Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858.

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

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

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

NASCIMENTO, A.R.T.; FELFILI, J.M. & MEIRELLES, E.M. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional

Decidua de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v.18, n.3, p.659-669.

NASCIMETNO, A. R. T. 2005. **Variações espaciais e sazonais de radiação solar em fragmentos da floresta estacional decidual em afloramento calcáreo e sua relação com a distribuição de espécies arbóreas**. Tese de doutorado, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 143p.

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

OLIVEIRA FILHO, A. T. & RATTER, J. A. 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. Edinburgh. **Journal of Botany**, v.52, n.2, p.141-194.

OLIVEIRA, M. L. R. de; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L. & LEITE, H. G. 2005. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, vol.29, n.2, pp.213-225.

PÉLLICO NETO, S. & BRENA, D. A. **Inventário florestal**. 1997. Curitiba, 316p

PRADO, D. E. & GIBBS, P. E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forest South America. **Annals of the Missouri Botanic Garden**, v.80, p.902-927.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F.; DIAS, T.A.B. & SILVA, M.R. 2000. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo bioma cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v.5, n.1, p.5-43.

RENNER, R. M. 2004. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Universidade Federal do Paraná. 132p.

REZENDE, A. B.; FILGUERIAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. & FAGG, C. W. 2008. Flora Vascular do Bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Volume 2, p.213-228.

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

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa Cerrados, Planaltina, p.89-166.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F. (Eds.) **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Planaltina, p.151 -212.

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

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

RUSCHEL, A. R., GUERRA, M. P. & NODARI, R. O. 2009. Estrutura e composição florística de dois fragmentos da floresta estacional decidual do Alto-Uruguai, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.2, p.225-236.

SALIS S. M.; SILVA, M. P.; MATTOS, P, P.; SILVA, J. S. VILA DA; POTT, V. J. & POTT, A. 2004. Fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Corumbá, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4.

SALIS S. M.; SILVA, M. P.; MATTOS, P, P.; SILVA, J. S. VILA DA; POTT, V. J. & POTT, A. 2004. Fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Corumbá, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4. p.671-684

SAMPAIO A. B. 2001. **Efeito de borda nas espécies arbóreas de uma floresta estacional decidual no Vale do Paranã**. Dissertação de mestrado, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 82p.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S. & FERREIRA, L.G. 2008. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p.153-156.

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

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

SANTOS, J.; PAULA NETO, F.; HIGUSHI, N.; LEITE, H. G.; SOUZA, L. A. & VALE, B. A. 2001. Modelos estatísticos para estimar fitomassa acima do nível do solo da floresta tropical úmida da Amazônia central. **Revista Árvore**, v.25, n.4, p.445-454.

SANTOS, M. J. C.; NASCIMENTO, A. V. S. & SILVA, C. E. 2009. Caracterização dos remanescentes florestais naturais da zona rural de Guapiara, São Paulo. **Acta Forestalis**, v.1, n.1, p.29-46.

SANTOS, R. M.; VIEIRA, F. A.; GUSMÃO, E. & NUNES, Y. R. F. 2007. Estrutura e Florística de uma Floresta Estacional Decídua, no Parque Municipal da Sapucaia, Montes Claros (MG). **Cerne**, v. 13, p.248-256.

SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S. & TOURINHO, M. M. 2004 Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p.1-8.

SCARIOT, A. & SEVILHA, A.C. 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado. Pp. 121-139. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C. & FELFILI, J.M. (orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. p.122-139.

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

SCOLFORO, J. R. S. & THIERSCH, C. R. 2004. **Biometria florestal: medição, volumetria e gravimetria**. UFLA/FAEPE, Lavras. 285p.

SCOLFORO, J. R. S. 2005. **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. 352 p.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; BORGES, L. F. R.; CAMOLESI, J. F.; OLIVEIRA, A. D. 2004. Estimativas de volume, peso seco, peso de óleo e quantidade de moirões para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Revista Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p.87-102.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D. & ACERBI JUNIOR, F.W. 2008. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Equações de Volume, Peso de Matéria Seca e Carbono para diferentes Fitofisionomias da Flora Nativa**. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, v.1, 216 p.

SILVA, J. F.; FARIÑAS, M. R.; FELFILI, J. M. & KLINK, C. A. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, n.3, p.536-548.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A. & CARVALHO, M. S. P. 1984. Equações de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 8/9, p.50-63.

SILVA, L. A. & SCARIOT, A. 2003. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, Bacia do Rio Paraná). **Acta Botânica Brasílica**, v.17, p.305-313.

SILVA, L. A. & SCARIOT, A. S. 2004a. Comunidade arbórea de uma floresta estacional decídua sobre afloramento calcário na Bacia do rio Paraná. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1,p.61-67.

SILVA, L. A. & SCARIOT, A. S. 2004b. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramento calcário no Brasil central. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.69-75.

SILVA, W. C.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P. & COSTA JUNIOR, R. F. 2007 Estudo da Regeneração Natural de Espécies Arbóreas em Fragmento Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no Município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. **Revista Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, p. 321-331.

SILVEIRA, P. 2009. Ajuste de modelos matemáticos para estimar biomassa aérea em floresta ombrófila densa. **Floresta**, v.39, n.4, p.743-752.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R. & ARCE, J. E. 2008. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Revista Floresta**, v. 38, n.1, p.185-206.

SIMEHGO. 2010. **Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás**. Disponível em: <<http://www.simego.sectec.go.gov.br>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2010.

SIQUEIRA, A. S.; ARAÚJO, G. M. & SCHIAVINI, I. 2009. Estrutura do componente arbóreo e características edáficas de dois fragmentos de floresta estacional decidual no vale do rio Araguari, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.23, n.1, p.10-21.

SMITH, D. M. 1954. Maximum Moisture Content Method for Determining Specific Gravity of Small Wood Samples. **U.S. Forest Products Laboratory Report**, nº 2014, 8 p.

SOARES C. P. B; PAULA NETO, F. & SOUZA, A. L. 2006. **Dendrometria e inventário florestal**. Minas Gerais: Editora UFV, 276p.

THOMAS, C.; ANDRADE, C. M.; SCHNEIDER, P. R. & FINGER, C. A. G. 2006. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, v.16, n.3, p.319-327.

THOMPSON, R. M. 2009. **Estimativas de Volume, Biomassa e Carbono para o Carvoeiro (*Sclerobium paniculatum* Vog. var. *subvenlutinum* Benth.)**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 64p.

VALE, A. T. 2000. **Caracterização da biomassa lenhosa de um cerrado *sensu stricto* da região de Brasília para uso energético**. Tese de doutorado - UNESP/Botucatu-SP. 111 p.

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

VIEIRA, S. A.; ALVES, L. F.; AIDAR, M.; ARAÚJO, L. S.; BAKER, T.; BATISTA, J. L. F.; CAMPOS, M. C.; CAMARGO, P. B.; CHAVE, J.; DELITTI, W. B. C.; HIGUCHI, N.; HONÓRIO, E.; JOLY, C. A.; KELLER, M.; MARTINELLI, L. A.; MATTOS, E. A.; METZKER, T.; PHILLIPS, O.; SANTOS, F. A. M.; SHIMABUKURO, M. T.; SILVEIRA, M. & TRUMBORE, S. E. 2008. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v.8, n.2. p.21-29.

VISMARA, E. S. 2009. **Mensuração da biomassa e seleção de modelos para construção de equações de biomassa**. Dissertação de Mestrado, ESALQ-USP, Piracicaba, 102p.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRUBY, P. 2006. Quantificação da biomassa em uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p.419 – 425.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. R. & SCHUMACHER, M. V. 2002. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. **As florestas e o carbono**, p.153-173.

WHITMORE, T. C. 1997. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. In: LAWRENCE W. F. & BIERREGAARD JR, R. O. (Ed.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press. p.3-12.

YU, C. M. 2002 Caracterização e tipologia do projetos de seqüestro de carbono no Brasil. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba, p.59-87.

ZHAO M. & ZHOU G. S. 2006. Carbon storage of forest vegetation in China and its relationship with climate factors. **Climatic Change**, v.74, p.175-189.