



## ESTOQUE DE BIOMASSA NO ESTRATO ARBÓREO ACIMA DO SOLO EM UMA FLORESTA SEMIDECIDUAL NO BIOMA CERRADO

Gabriel Mendes Santana<sup>1</sup>, Fábio Venturoli<sup>2</sup>, Flaviana Delmiro Oliveira<sup>3</sup>, Francisco José Beneditini Baccarin<sup>4</sup>, Guilherme Murilo Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico em Engenharia Florestal, Bolsista em Iniciação Científica, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, [gabrielmendes\\_santana@hotmail.com](mailto:gabrielmendes_santana@hotmail.com).

<sup>2</sup> Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Florestal, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, Caixa Postal 131, CEP 74.690-900, (62) 2521-1549,

<sup>3</sup> Bióloga, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil,

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil,

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Técnico Laboratorial, Laboratório de Alometria e Inventário Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, Caixa Postal 131, CEP 74.690-900, (62) 2521-1549,

Recebido em: 30/07/2016 – Aprovado em 22/09/2016 – Publicado em: 26/09/2016  
DOI: 10.18677/TreeDimensional\_2016\_012

### RESUMO

Este estudo objetivou mensurar o estoque de biomassa do estrato arbóreo de uma área de Cerrado *sentido restrito*, no bioma Cerrado, em Mozarlândia, Goiás por meio de medidas *in situ* e modelagem matemática. Os dados são provenientes de 63 árvores de 12 espécies nativas de Floresta Estacional Semidecídua. A biomassa seca foi obtida por meio de amostragem destrutiva da parte aérea das árvores. Um modelo foi gerado para a área em estudo e os modelos ajustados foram, dois lineares e um logarítmico, sendo que, o modelo que melhor representou a área, foi o gerado para a própria área, devido ao estágio secundário da floresta e antropização, que garantiu a ele um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,73. Os modelos apresentaram pouca variação em relação ao  $R^2$ , porém o ajuste para o modelo de Berkhout foi o que apresentou menor coeficiente de determinação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carbono, depósito, mensuração, modelagem.

### STOCK OF BIOMASS IN TREES ABOVE THE GROUND IN A SEMIDECIDUOUS FOREST IN THE CERRADO BIOME.

### ABSTRACT

This study aimed to measure the stock of biomass of the arboreal stratum of an area in the Cerrado biome in Mozarlândia, Goiás through *in situ* measurements and

mathematical modeling. The data are from 63 trees of 12 native species of forest Semidecuidos. The dry biomass was obtained by destructive sampling of the the arboreal stratum. A model was generated for the study area and the adjusted models were two linear and logarithm, and the model that best represented the area was generated for the area itself, due to the secondary stage of the forest and anthropic, which assured him a coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.73. The models showed little change from the  $R^2$ , but adjusting for Berkhout model showed the lowest coefficient of determination.

**KEYWORDS:** Carbon, storage, measurement, modeling.

## INTRODUÇÃO

O interesse pelos estudos acerca da biomassa e do conteúdo de carbono estocado nos diferentes biomas brasileiros é crescente, o que não é diferente para o cerrado. Este, por sua vez, é um bioma estratégico tanto para o meio ambiente como para a economia e a segurança alimentar, cobrindo uma grande área, com estoques significativos de carbono e biodiversidade. Dentre as savanas mundiais o Cerrado merece destaque, pois ocupa área de cerca de dois milhões de  $\text{km}^2$  e atualmente está sob intensa pressão de mudança de uso da terra (SANO et al., 2010). Em apenas 40 anos mais de 40% do Cerrado foi completamente desmatado e/ou convertido para uso antrópico intensivo (DIAS, 2008).

As florestas produzem biomassa através de 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 (COLPINI et al., 2009). Equações alométricas são necessárias para a conversão dos dados de campo em biomassa e carbono (SILVEIRA et al., 2008). São ajustadas com dados de locais estrategicamente escolhidos para cobrir o melhor possível as principais lacunas de conhecimento nas tipologias vegetacionais (FREITAS & ROSA, 2014), sendo que o número de equações disponíveis é inferior ao necessário para cobrir as tipologias existentes (PICARD et al., 2012).

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; BURGER & DELITTI, 2008; SILVEIRA et al., 2008), que, por sua vez, são utilizados para estima a quantidade de  $\text{CO}_2$ , que é liberada à atmosfera durante o processo de queimadas.

A estimativa de biomassa acima do solo é imprescindível aos estudos do balanço global do 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 conhecimento a respeito da produtividade das diferentes fitofisionomias do país (SANQUETTA, 2002).

O trabalho teve por objetivo mensurar o estoque de biomassa do estrato arbóreo de uma área de Cerrado *sentido restrito*, no bioma Cerrado, em Mozarlândia, Goiás por meio de medidas *in situ* e modelagem matemática.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, em processo de regeneração natural, localizado na fazenda Jatobá, zona rural do município de Nova Crixás. A floresta estudada localiza-se a uma altitude de 265m em relação ao nível médio do mar, às coordenadas geográficas 14°36'05"S; 50°44'23,44"E (Datum WGS 1984), i. é, situa-se entre 4° até 16° Sul, com altitude entre 100m e 600m.

O município de Nova Crixás localiza-se na região Noroeste do Estado de Goiás. Seu território limita-se a sudeste com o município de Crixás, ao sul com o município de Mozarlândia, ao oeste com o Estado do Mato Grosso, tendo o Rio Araguaia como divisor, a nordeste com o município de Mundo Novo e a noroeste com o município de São Miguel do Araguaia. Essa região faz parte das Bacias Hidrográficas do rio Araguaia e do rio Tocantins. Nova Crixás é o maior produtor de gado de corte do estado de Goiás. Possui o total de 752.900 cabeças de gado, o que o coloca como o 10º maior criador de gado de corte do país (IBGE, 2006).

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, é do tipo tropical savana (Aw). Na região ocorrem duas estações climáticas bem definidas durante o ano, verão úmido nos meses de dezembro a março, e inverno seco, predominante no período de julho a agosto. A temperatura média anual no município varia entre 26°C e 27°C, podendo chegar a 45°C, principalmente, nos meses de outubro a janeiro. A região Nordeste é considerada a mais quente do Estado de Goiás, segundo CARDOSO et al., (2014).

Ainda segundo estes autores, nessa região atuam principalmente a massa de ar equatorial continental e a massa de ar tropical continental, que têm por característica trazer o ar quente das correntes oceânicas. A pluviosidade da região varia entre 1.400 mm e 1600 mm anuais, com um período de maior intensidade de chuvas de janeiro a março e de menor intensidade entre os meses de julho a setembro. A classe de solo predominante no sítio estudado é Plintossolos (Embrapa, 1999). Segundo SANO et al., (2007), esse tipo de solo possui fortes limitações ao uso de máquinas, tendo melhor aptidão para pastagens.

O fragmento estudado possui 23 hectares antropizados, e está em estágio de regeneração natural em decorrência de desmatamentos para a abertura de pastagem e, em particular, para a exploração da floresta nativa, para a extração de madeira e lenha. O desmatamento ocorreu há cerca de 30 anos. Atualmente o fragmento encontra-se protegido do corte de madeira. Entretanto, ainda ocorre a entrada de bovinos na área, uma pecuária extensiva.

A amostragem da vegetação foi realizada entre fevereiro de 2014 e outubro de 2015. Foi utilizado o método de área fixa, seguido do processo aleatório simples de amostragem, como preconizado por PÉLLICO NETTO & BRENA (1997). Para tanto, foram sorteadas aleatoriamente dez parcelas 10m por 10m, totalizando 0,1ha de área amostrada, o que representou 0,4% da população.

Foram incluídos na amostragem todos os indivíduos que possuíam diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm, posteriormente foram coletadas informações dendrométricas: DAP, altura total, diâmetro de copa e as circunferências relativas a cada 1 (um) metro a partir da base do fuste, até a primeira bifurcação. Todos os indivíduos arbóreos vivos contidos nas parcelas foram

identificados em campo com base em caracteres morfológicos florais e vegetativos. Foram incluídas na amostragem as árvores que possuíam diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm. Os indivíduos arbóreos com diâmetro a altura do peito (DAP:  $\pm 1,30$ m de altura em relação ao nível do solo) maior ou igual a 5 centímetros (DAP = 5 cm) foram identificados em nível de espécie e coletados as seguintes informações dendrométricas: DAP, altura total, diâmetro de copa e as circunferências relativas a cada 1 (um) metro a partir da base do fuste, até a primeira bifurcação.

A altura foi determinada como a projeção vertical do topo da copa ao solo e a mensuração foi feita com auxílio de uma vara graduada de cinco metros. Nos casos de indivíduos que apresentaram bifurcações abaixo de 1,30 m do solo, foram incluídos na amostragem desde que a soma quadrática dos seus caules atendesse ao critério de inclusão. O cálculo do diâmetro quadrático foi realizado conforme SCOLFORO & FILHO (1994).

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2}$$

Em que:

D: diâmetro quadrático em centímetros;

d: diâmetro de cada fuste em centímetros.

Quando necessário, realizou-se coleta do material botânico (reprodutivo e, ou, vegetativo) para determinação posterior com auxílio de literatura especializada. As famílias botânicas foram listadas segundo *Angiosperm Phylogeny Group/APG III* (APG III, 2009). A nomenclatura botânica foi conferida com o banco de dados eletrônico disponibilizado pelo Missouri Botanical Garden ([www.mobot.org](http://www.mobot.org))

As espécies foram identificadas em campo com base em caracteres morfológicos florais e vegetativos. Quando necessário, realizou-se a coleta do material botânico (reprodutivo e, ou, vegetativo) para determinação posterior com auxílio de literatura especializada. As famílias botânicas foram listadas segundo *Angiosperm Phylogeny Group/APG III* (APG III, 2009). A nomenclatura botânica foi conferida com o banco de dados eletrônico disponibilizado pelo Missouri Botanical Garden ([www.mobot.org](http://www.mobot.org)).

Os dados de biomassa foram coletados pelo método destrutivo, com a derrubada e a pesagem completa das árvores presentes em cinco unidades amostrais de 10m x 10m. O uso de apenas cinco parcelas se deu ao fato do método destrutivo ser bastante trabalhoso demorado e acima de tudo oneroso, o que dificultou o ingresso de mais parcelas para a realização do estudo.

Em campo, os componentes da biomassa verde foram separados em fuste com casca, galhos, folhas e miscelânea (cipós, bromeliáceas, etc., aderidas na árvore). Foram coletadas amostras para determinação do teor de umidade, considerando os seguintes procedimentos: para os galhos foram retiradas amostras de vários diâmetros em todas as camadas da copa; para as folhas foram coletadas em vários pontos da copa; e retirados três discos do fuste: o primeiro no nível de abate da árvore, o segundo a 1,30m, na altura do DAP e o terceiro no ponto onde o fuste atingiu 5 cm.

As amostras de biomassa verde foram embaladas e pesadas no local da coleta, em balança analítica com precisão de 0,01 g para posterior determinação do peso seco e da umidade em laboratório. No Laboratório de Alometria e Inventário Florestal (LAIF) da EA-UFG, as amostras foram secas em estufa a uma temperatura

de 40°C até que estivessem totalmente secas, para que então fossem pesadas e determinado o teor de umidade para cada componente.

Com os dados da biomassa verde e teor de umidade para cada componente de cada árvore abatida, foram realizados os cálculos da biomassa seca, pela fórmula:

$$BS = BV \times (1 - Um)$$

Onde:  $BS$  = biomassa seca (kg);  $BV$  = biomassa verde (kg);  $Um$  = teor de umidade (%).

Para a criação e ajuste de modelos, para estimar o estoque de biomassa seca, foram utilizadas as 63 árvores presentes nas cinco parcelas amostrais, adotando como variáveis: o diâmetro a altura do peito (DAP) e a altura total (H).

Os modelos que irão ser ajustados são modelos já consagrados para a estimativa de biomassa seca no bioma Cerrado, sendo dois lineares e um logarítmico como demonstrado na Tabela 1 logo abaixo.

**TABELA 1** Modelos estatísticos testados para estimar estoque de biomassa seca.

	Modelos	Autor
1	$BS = (DAP^2.H)/(\beta_0 + \beta_1.DAP) + \epsilon_i$	Modelo de Takata
2	$BS = \beta_0 + \beta_1.DAP + \epsilon_i$	Modelo de Berkhout
3	$\ln BS = \beta_0 + \beta_1.(\ln DAP) + \epsilon_i$	Modelo de Husch

Onde:  $BS$  = Biomassa seca (kg);  $DAP$  = Diâmetro a altura do peito (cm);  $H$  = Altura total (m);  $\beta_0, \beta_1$  = Parâmetros dos modelos;  $\epsilon_i$  = Erro aleatório.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O total de biomassa seca encontrada foi de 27529,76 kg.ha<sup>-1</sup>. Dos 27529,76 kg.ha<sup>-1</sup> encontrados, 9216,38 kg.ha<sup>-1</sup> pertencente à espécie *Cordia glabrata* (Tabela 2) o que equivale a 33,47% do total, seguido pelas espécies *Buchenavia tomentosa* com 7986,86 kg.ha<sup>-1</sup> e 29,01% do total e *Byrsonima crassifolia* com 4664,20 kg.ha<sup>-1</sup> e 16,94% do total. Porém, dessas três espécies, somente *Buchenavia tomentosa* obteve média aritmética simples, de biomassa por indivíduo, maior que a média da população amostrada, juntamente com as espécies *Tachigali Vulgaris* e *Curatella americana*.

**TABELA 2** Biomassa seca total (kg/ha) por espécie, em fragmento de Floresta Estacional Semidecídua secundária localizada na Fazenda Jatobá, Nova Crixás, Goiás, onde: (N = número de indivíduos amostrados de cada espécie).

Familia	Espécie	N	Biomassa (kg/ha)
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão.	1	166,73
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	4	716,01
Apocynaceae	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. ex A.DC.	1	314,99
Boraginaceae	<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A. DC.	28	9216,38

Combretaceae	<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichl.	6	7986,86
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	1	1404,77
Fabaceae	<i>Tachigali vulgaris</i> L. G. Silva & H. C.Lima	2	2119,4
	<i>Bauhinia forficata</i> Link.	3	387,28
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	14	4664,20
	<i>Byrsonima umbellata</i> Mart. ex A.Juss.	1	298,95
Myrtaceae	<i>Stenocalyx dysentericus</i> (DC.) O. Berg	1	102,82
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	150,85

A biomassa seca total encontrada, de 27529,76 kg.ha<sup>-1</sup>, foi bem menor do que a estimada por ROCHA (2011), em uma Floresta Estacional Decídua em Goiás, onde encontraram 39,17 ton.ha<sup>-1</sup> de biomassa seca. De acordo com MARTÍNEZ-YRÍZAR (1995), a biomassa acima do solo para florestas estacionais varia de 28 a 268 ton.ha<sup>-1</sup>. O valor de 27529,76 kg.ha<sup>-1</sup> se aproxima com o obtido por SCOLFORO et al. (2008), onde encontraram valores entre 33,8 a 188,55 ton.ha<sup>-1</sup> no levantamento do Inventário Florestal de Minas Gerais, e afirmaram que tal variação é decorrente do estágio sucessional que a vegetação se encontra.

Se analisada a tabela logo abaixo, pode-se observar que a parcela três foi a que mais contribuiu com o estoque de biomassa mensurado no fuste, sendo este, o compartimento do estrato arbóreo que apontou o maior estoque de biomassa seca por hectare, 14649,23 kg.ha<sup>-1</sup>, o que corresponde a 53,21% da biomassa total. Para folhas e galhos tem-se que a parcela quatro, foi a que mais contribuiu para o total de biomassa seca.

**TABELA 3-** Biomassa seca total compartimentalizada (kg/100m<sup>2</sup>) por parcela, em fragmento de Floresta Estacional Semidecídua secundária localizada na Fazenda Jatobá, Nova Crixás, Goiás.

Parcela	Fuste (kg/100m <sup>2</sup> )	Folhas (kg/100m <sup>2</sup> )	Galhos (kg/100m <sup>2</sup> )
1	85,87	25,60	50,45
2	248,30	27,73	107,71
3	208,82	16,82	99,13
4	141,92	75,42	173,06
5	47,54	14,12	53,99

Quanto a compartimentalização dessa biomassa seca, pode-se observar que o fuste apresenta a maior parte da biomassa encontrada, principalmente na parcela dois, onde, assim como ocorreu para a biomassa seca total, a espécie *Cordia glabrata* (Mart.) A. DC., foi a que mais contribuiu. Além do fuste, que

apresenta cerca de 14649,23 kg.ha<sup>-1</sup>, totalizando 53,21% da biomassa seca total por hectare encontrado, o outro compartimento que mais contribuiu foram os galhos seguidos pelas folhas, com 9686,67 kg.ha<sup>-1</sup> e 3193,85 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente, sendo responsáveis por 35,18% e 11,60% da biomassa seca total por hectare encontrada. A parcela que mais teve representação na estimativa da biomassa das folhas e galhos, foi a parcela quatro, que por sua vez, apresenta como espécie mais frequente a *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., que dos 14 indivíduos amostrados, 12 pertenciam a esta parcela. A densidade encontrada de 1260 árvores.ha<sup>-1</sup> se aproxima aos resultados obtidos na realização do Inventário Florestal de Minas Gerais, 1377 árvores.ha<sup>-1</sup> (SCOLFORO et al. 2008) para o mesmo tipo de fitofisionomia. ROCHA (2011) encontrou um valor muito semelhante para uma Floresta Estacional Semidecídua em Campos Belos - Goiás, 1159 árvores.ha<sup>-1</sup>, e que segundo SILVA & SCARIOT (2003) e SANTOS et al. (2007) trata-se de um valor superior aos encontrados em florestas estacionais no bioma Cerrado.

A respeito do modelo gerado, tem-se que este trata-se de uma equação linear como está representado logo abaixo.

$$Bs = 5,5683.DAP - 26,007$$

Onde:

Bs = Biomassa seca

DAP = Diâmetro a Altura do Peito.

Para a equação gerada, como pode ser visto na tabela 4, o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) foi de 70,33%, o que se assemelha aos valores elevados de R<sup>2</sup> encontrados por GUARINO & MEDEIROS (2005) e SILVEIRA (2009), e que confirma a alta relação entre a variável dependente, biomassa seca, e a independente, DAP. O erro padrão residual foi de 4,04%, um valor inferior do que SCOLFORO et al., (2008) encontraram, 12 a 49%, para uma Floresta Estacional Decídua, no Inventário Florestal de Minas Gerais, o valor do erro tão baixo assim pode se dar ao fato de que a amostra em estudo não é tão grande quanto a estudada no Inventário Florestal de Minas Gerais.

**TABELA 4** Estimativa do parâmetros e medidas de precisão das equações alométricas para estimar a biomassa (kg) em árvores com DAP ≥ 5 cm em uma floresta estacional semidecídua na Fazenda Jatobá, Nova Crixás, Goiás.

Modelos		β <sub>0</sub>	β <sub>1</sub>	β <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>	Erro
Modelo gerado	BS = 5,5683.DAP - 26,007	-26,007	5,568	-	0,733	4,050
Modelo de Takata	BS = (DAP <sup>2</sup> .H)/(β <sub>0</sub> +β <sub>1</sub> .DAP)	4,747	2,255	-	0,506	1,676
Modelo de Berkhout	BS = β <sub>0</sub> + β <sub>1</sub> .DAP + ε <sub>i</sub>	4,747	2,255	-	0,115	0,800
Modelo de Husch	ln BS = β <sub>0</sub> + β <sub>1</sub> .(ln DAP) + ε <sub>i</sub>	1,211	1,150	-	0,659	1,913

Como pode ser observado na Tabela 4, todos os valores de erro padrão foram baixos, porém o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) não foi muito elevado, o contrário do que SANTOS et al. (2001) e DUCEY et al. (2009) comentam

em seus trabalhos, onde afirmam que, em geral o  $R^2$  encontrados para modelos de estimativa de biomassa seca são altos. Tal variação se dá devido ao estágio secundário da floresta e antropização contínua da área, uma vez que, a presença de gado e de ações humanas, como abertura de picadas, influenciam diretamente no ritmo de crescimento, incremento de biomassa e DAP das árvores ali amostradas.

O modelo que melhor se ajustou foi o de Husch, com  $R^2$  de 65,89% e erro de 1,91%, porém o que melhor quantifica a biomassa é o gerado para a própria floresta como pode ser visto na Tabela 4, o que também explica que, devido as particularidades da área os modelos já consagrados na literatura, não se encaixam tão bem quanto o gerado para a própria floresta.

### CONCLUSÃO

O modelo ajustado para a própria floresta é o que melhor apresenta uma estimativa para a biomassa seca aérea. Os outros modelos ajustados, apesar de um coeficiente de determinação baixo, muito devido ao estágio secundário da floresta e antropização da mesma, ainda podem dar uma boa estimativa de biomassa acima do solo, em uma Floresta Estacional SemiDecídua.

Outros modelos, envolvendo outras variáveis, como por exemplo, vegetação arbustiva ou serapilheira, devem e estão sendo estudados para que, haja uma melhor estimativa da biomassa seca total existente nesse tipo de vegetação do bioma Cerrado, e conseqüentemente, para a determinação de carbono estocado.

### REFERÊNCIAS

APG III - **Angiosperm Phylogeny Group**. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2009. 340p.

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

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v.8, n.16, p. 40-55, 2014.

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

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

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

FREITAS, J. V.; ROSA, C. M. M.; **Iniciativa Alometria no IFN**. Serviço Florestal Brasileiro, 2014, 33p.

GUARINO, E. S. G. & MEDEIROS, M. B.; 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, 2005, 20p.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L. & BIOT, Y.; SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R. & ARCE, J. E. ;O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Revista Floresta**, v. 38, n. 1, p.185-206, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2006. **Censo Agropecuário**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=521483&idtema=3&search=goias|nova-crixas|censo-agropecuario-2006>>. Acesso em: 03 jun. 2016.

KETTERINGS, Q. M.; COE, R.; NOORDWIJK, M.; AMBAGAU, Y. & PALM, C. A. 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, .1-3, p.199-209, 2001.

MARTÍNEZ-YRÍZAR, A. ;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, 1995.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316 p.

PICARD, N.; SAIT-ANDRÉ, L.; HENRY, M.;**Manual for building tree volume and biomass allometric equations**: from field measurement to prediction. FAO and CIRAD, Montpellier, 2012, 214 p.

ROCHA, C.C.C. **Estimativa de biomassa e carbono da vegetação lenhosa de floresta estacional no estado de Goiás**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

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

SANO, E. E.; DAMBRÓS, L. A.; OLIVEIRA, G. C.; BRITES, R. S. Padrões de cobertura de solos do Estado de Goiás. In: Ferreira Junior, L. G. (Org.). **A encruzilhada socioambiental: Biodiversidade, economia e sustentabilidade no Cerrado**. 1. ed. Goiânia: Ed. da UFG, p. 85 – 100, 2007.

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

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

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

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D. & ACERBI JUNIOR, F.W.; **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.1,2008, 216p.

SCOLFORO, J.R., FILHO, A.F. **Mensuração Florestal I: Medição de Árvores e Povoamentos Florestais**. Lavras: ESAL/FAEPE. 1994.

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

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

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