



BIOMASSA AÉREA E FATORES DE EXPANSÃO DE UMA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL EM NIQUELÂNDIA, GOIÁS

Luanna Elis Guimarães¹, Iris Roitman², Fábio Venturoli³

1. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Federal de Goiás (luanna.meioambiente@gmail.com) Goiânia, Goiás, Brasil
2. Projeto Radis, Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, Planaltina, Distrito Federal, Brasil
3. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Recebido em: 26/04/2019 – Aprovado em 23/05/2019 – Publicado em: 12/06/2019
DOI: 10.18677/TreeDimensional_2019A1

RESUMO

Estimamos a biomassa para diferentes compartimentos acima do solo de uma floresta estacional decidual em Niquelândia, Goiás, Brasil, e determinamos fatores de expansão para necromassa, serapilheira, camada herbácea, arvoretas e vegetação rasteira. A amostra arbórea compreendeu 20 parcelas (10 x 10 m) de árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) 5 cm, distribuídas em quatro transectos (cinco parcelas por transecto). As parcelas foram alocadas a cada 50 m ao longo dos transectos. Para cada parcela, foram amostrados os seguintes compartimentos em cinco subparcelas (1 m²): arvoretas (DAP < 5 cm e altura (h) 1,5 m), vegetação rasteira (árvores, arbustos e herbáceas com h < 1,5 m), necromassa e serapilheira. A amostra da camada herbácea consistiu de uma subparcela (0,4 x 0,6 m) por parcela. A biomassa das árvores foi estimada com a equação: $\ln(AGB) = -10,4398 + 2,1183 * \ln(DAP) + 0,8339 * \ln(h)$, onde AGB = biomassa seca acima do solo (Mg), DAP = diâmetro a 1,30 m de altura (cm), e h = altura (m). O peso fresco dos demais compartimentos foi determinado em campo e, para cada subparcela, uma amostra 500 g foi levada ao laboratório para determinação do peso seco. A biomassa aérea acima do solo foi de 100,67 Mg ha⁻¹ ($\pm 30,97$ Mg ha⁻¹), a necromassa foi de 1,0472 Mg ha⁻¹ ($\pm 0,3403$ Mg ha⁻¹), a biomassa de serapilheira foi de 2,798 Mg ha⁻¹ ($\pm 0,2932$ ha⁻¹), a biomassa da camada herbácea foi de 0,2398 Mg ha⁻¹ ($\pm 0,1789$ Mg ha⁻¹), a biomassa das arvoretas foi de 0,8184 Mg ha⁻¹ ($\pm 0,3257$ Mg ha⁻¹) e a biomassa vegetação rasteira foi de 0,2583 Mg ha⁻¹ ($\pm 0,0941$ Mg ha⁻¹). Os fatores de expansão, em relação à biomassa arbórea acima do solo, para necromassa, serapilheira, camada herbácea, arvoretas e vegetação rasteira foram de 0,0104, 0,0273, 0,00248, 0,0081 e 0,0026, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: biomassa acima do solo, Cerrado, floresta estacional decidual, serapilheira, necromassa.

ABOVEGROUND BIOMASS AND EXPANSION FACTORS OF A DECIDUOUS FOREST IN NIQUELÂNDIA, GOIÁS.

ABSTRACT

We estimated biomass for different aboveground compartments of a deciduous forest in Niquelândia, Goiás, Brazil, and determined expansion factors for necromass, litter, herbaceous layer, tree poles, and undergrowth. The tree sample comprised 20 (10 x 10 m) plots of trees with diameter at breast height (dbh) ≥ 5 cm, distributed in four transects (five plots per transect). Plots placed 50 m apart along the transects. For each plot, we sampled the following compartments in five (1 x 1 m) subplots: tree poles (dbh < 5 cm and height (h) ≥ 1.5 m), undergrowth (trees, shrubs and herbs with h < 1.5 m), necromass, and litter. The herbaceous layer sample consisted of one (0.4 x 0.6 m) subplot per plot. Tree biomass was estimated with the equation: $\ln(\text{AGB}) = -10.4398 + 2.1183 * \ln(\text{dbh}) + 0.8339 * \ln(\text{h})$, where AGB = tree aboveground biomass, dbh = diameter at breast height (cm), h = height (Mg). Biomass fresh weight of the other compartments was determined on site, and for each subplot, a 500 g sample was taken to the laboratory to determine its dry weight. Tree aboveground biomass was $100.67 \text{ Mg ha}^{-1}$ ($\pm 30.97 \text{ Mg ha}^{-1}$), necromass was $1.0472 \text{ Mg ha}^{-1}$ ($\pm 0.3403 \text{ Mg ha}^{-1}$), litter biomass was $2.7498 \text{ Mg ha}^{-1}$ ($\pm 0.2932 \text{ Mg ha}^{-1}$), herbaceous layer biomass was $0.2398 \text{ Mg ha}^{-1}$ ($\pm 0.1789 \text{ Mg ha}^{-1}$), tree-pole biomass was $0.8184 \text{ Mg ha}^{-1}$ ($\pm 0.3257 \text{ Mg ha}^{-1}$), undergrowth biomass was $0.2583 \text{ Mg ha}^{-1}$ ($\pm 0.0941 \text{ Mg ha}^{-1}$). Expansion factors for necromass, litter, herbaceous-layer, tree-pole, and undergrowth were 0.0104, 0.0273, 0.00248, 0.0081 e 0.0026, respectively.

KEYWORDS: aboveground biomass, Cerrado, deciduous forest, litter, necromass.

INTRODUÇÃO

As florestas sequestram e acumulam mais carbono que qualquer outro ecossistema terrestre e representam um "freio" natural significativo sobre as alterações climáticas (GIBBS et al., 2007). Contudo, o desmatamento de florestas tropicais vem destruindo sumidouros de carbono globalmente. O Cerrado brasileiro é composto por um mosaico de paisagens com processos ecológicos distintos, levando à grande variabilidade no estoque de biomassa e carbono desses ambientes. Apresenta altas taxas de estoque de carbono na sua biomassa de vegetação, com grande variabilidade entre fisionomias (RIBEIRO et al., 2011; GASPAR et al., 2016). Contudo, em 2010 o Cerrado já havia perdido aproximadamente 50% de sua vegetação original para agropecuária (SANO et al. 2008).

A estimativa da biomassa arbórea acima do solo geralmente é realizada por meio do emprego de modelos alométricos que relacionam a biomassa, com variáveis habitualmente medidas em campo (SILVEIRA et al., 2008; SANQUETTA et al., 2014). A estimativa da biomassa para outros compartimentos da vegetação também é importante e geralmente é realizada a partir da aplicação de fatores de

expansão que relacionam a sua biomassa com a biomassa arbórea acima do solo. Além de complementar a informação acerca do estoque de carbono das formações naturais, a estimativa da biomassa dos outros compartimentos permite melhorar o conhecimento do ciclo de carbono e nutrientes nesses ambientes. Estas informações são importantes para subsidiar as discussões sobre os projetos de sequestro de carbono no REDD, os quais têm por objetivo a obtenção de créditos de carbono pela redução de emissões por desmatamento e degradação de florestas naturais (IPCC, 2003; AMARO et al., 2013).

Existem alguns vários estudos voltados para estimativa biomassa e/ou carbono do componente arbóreo acima do solo no Cerrado para diferentes fitofisionomias. cerrado sentido restrito (ABDALA et al., 1998; CASTRO ; KAUFFMAN, 1998; LILIENFEIN et al., 2001; OTTMAR et al., 2001; REZENDE et al., 2006; MIRANDA, 2012; MIRANDA et al., 2014; ROITMAN et al., 2018); cerradão (MORAIS et al., 2012; MIGUEL et al., 2017); mata ciliar: MOREIRA-BURGER ; DELITTI, 1999); floresta estacional (VITAL et al., (2004; VOGEL et al., 2006; CERRUTO et al., 2009; GODINHO et al., 2014; BACCARIN et al., 2016). Trabalhos relacionados com a quantificação de biomassa de outros compartimentos do sub-bosque de florestas no Cerrado são mais escassos (CASTRO ; KAUFFMAN, 1998; MOREIRA-BURGER ; DELITTI, 1999; VITAL et al., 2004; MORAIS et al., 2012; GODINHO et al., 2014; MIGUEL et al., 2017). A compreensão dos estoques de biomassa de diferentes compartimentos da vegetação pode fornecer subsídios para um melhor entendimento da dinâmica dos nutrientes. Nesse contexto, o presente estudo pretende estimar a biomassa e desenvolver fatores de expansão para diferentes compartimentos acima do solo (necromassa, serapilheira, camada herbácea, arvoretas e vegetação rasteira) para uma floresta estacional decidual em Niquelândia, Goiás, Brasil. Estudos como este permitirão melhorar a precisão das estimativas de biomassa de diferentes compartimentos no Cerrado e poderão contribuir para projetos de conservação e crédito de carbono.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na fazenda Legado Verdes do Cerrado – Núcleo Engenho da Empresa Votorantim Metais, Niquelândia, Goiás (14°31'42.27" S e 48°31'37.67" W) (Figura 1). O município apresenta altitude média de 761 m. A precipitação média anual é de 1.713 mm. A temperatura média anual é de 23,5°C, com temperatura mínima de 14°C a máxima de 35°C (EMMERT, 2010). A área da fazenda é de 32 mil hectares, dos quais 27 mil são totalmente preservados. A área total do Legado Verdes do Cerrado é composta de dois núcleos principais, as fazendas Engenho e Santo Antônio da Serra Negra, pertencentes a CBA – Companhia Brasileira de Alumínio, desde a década de 70. O presente trabalho é resultado da parceria firmada entre a Universidade Federal de Goiás (PROFLORESTA), a Empresa Votorantim Metais (CBA – Companhia Brasileira de Alumínio) e o Serviço Florestal Brasileiro (MMA), e faz parte de um projeto maior no âmbito do Inventário Florestal Nacional brasileiro.

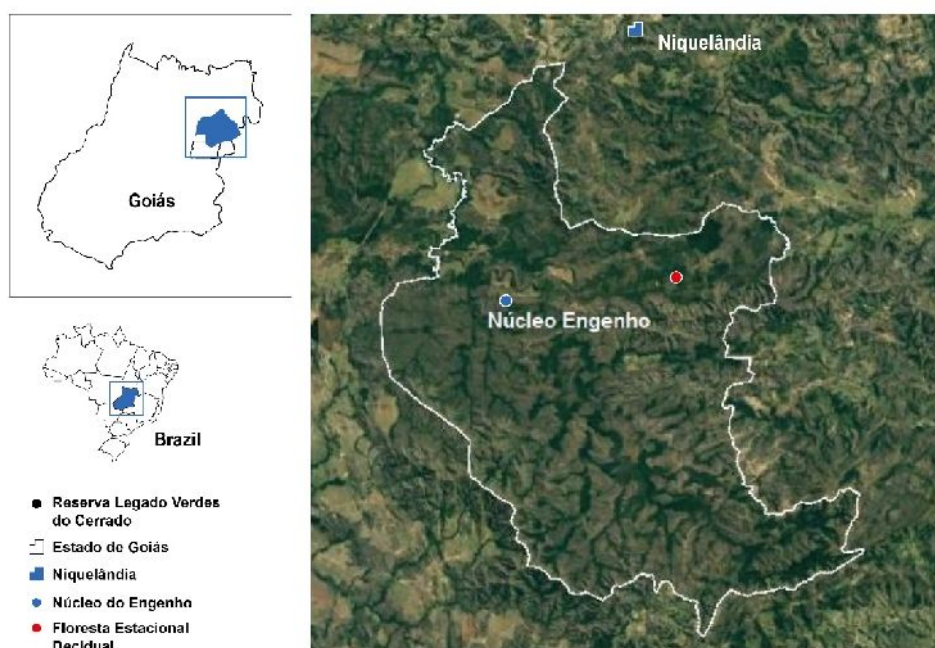


FIGURA 1. Fazenda Engenho – Reserva Legado Verdes do Cerrado, município de Niquelândia, Goiás, Brasil.

Amostragem

De março a maio de 2018, foi realizado o inventário florestal do componente arbóreo em 20 parcelas (10 x 10 m) distribuídas em quatro transectos. Em cada transecto foram estabelecidas cinco parcelas com 50 m de distância entre si, nas quais foram incluídas todas as árvores com diâmetro tomado a 1,30 m do solo (DAP) 5 cm. As árvores foram numeradas, identificadas em nível de espécie e tiveram seu diâmetro à altura do peito (DAP) e altura (h) medidos com fita métrica e clinômetro, respectivamente.

Para cada parcela, foram amostrados os seguintes compartimentos em cinco subparcelas de (1 x 1 m): arvoretas (DAP < 5 cm e h < 1.5 m), vegetação rasteira (árvores e arbustos e herbáceas com h < 1.5 m), necromassa e serapilheira (Figura 2). A amostragem da camada herbácea consistiu de uma subparcela (0,4 x 0,6 m) por parcela (Figura 2, Figura 3A). A coleta do material referente a esses compartimentos foi realizada de outubro a novembro de 2017.

Todo material coletado nas subparcelas foi pesado em campo (peso fresco) com balança de precisão (Figura 3B). Para cada compartimento foi retirada uma amostra representativa de cada subparcela de pelo menos 500 g, para a determinação de seu peso seco em laboratório. O peso seco foi determinado por meio da secagem em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de $70 \pm 2^\circ\text{C}$, até obter-se massa seca constante.

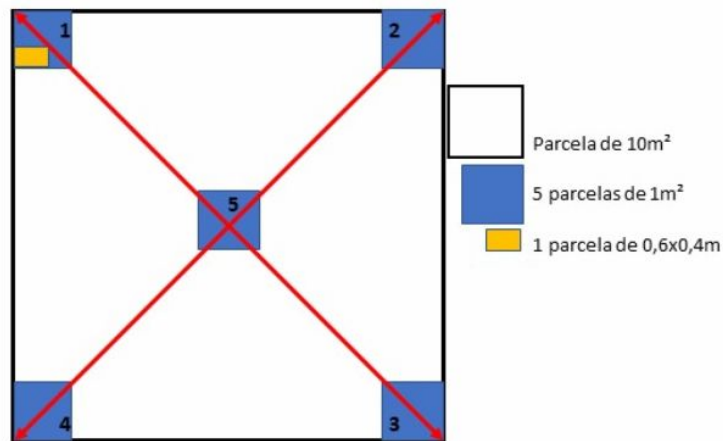


FIGURA 2. Localização das subparcelas para a coleta de biomassa dos compartimentos dentro da parcela: arvoretas, vegetação rasteira, necromassa e serapilheira (parcelas de 1 m²) e herbáceas (parcela de 0,6 x 0,4 m).

Quando o material era demasiadamente volumoso, a pesagem em campo foi realizada com o uso de um dinamômetro fixado a um tripé ou a uma estrutura alta, exemplo galhos de árvores. (Figura 3C).



FIGURA 3. Imagens da coleta e pesagem de biomassa; (A) gabarito da subparcela de herbáceas (0,6 x 0,4 m). (B) pesagem em campo da biomassa coletada em balança de precisão. (C) pesagem de grande volume de biomassa com dinamômetro.

Estimativa da biomassa do componente arbóreo e fatores de expansão

A biomassa do componente arbóreo foi estimada com aplicação da seguinte equação (SCOLFORO et al. 2008) aos dados do inventário florestal: $\ln(PS) = -10,4398 + 2,1183 * \ln(dap) + 0,8339 * \ln(h)$, onde PS = peso de matéria seca (Mg), DAP = diâmetro a altura do peito (cm) e h = altura (m) (N = 343 árvores, R² ajustado = 96,75%, erro padrão (Syx) = 0,09808 Mg, coeficiente de variação (Syx%) = 46,26%).

Os valores de biomassa foram extrapolados para área de um hectare e foi determinado o intervalo de confiança das estimativas (FELFILI et al. 2008). O fator de expansão de cada compartimento foi calculado por meio da razão entre a biomassa do compartimento (Mg ha^{-1}) e a biomassa arbórea acima do solo (Mg ha^{-1}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estimativa da biomassa arbórea acima do solo foi de $100,67 \text{ Mg ha}^{-1}$ ($\pm 30,97$). Dentre os demais compartimentos medidos, a maior parte da biomassa foi observada na serapilheira (2,65%), seguida da necromassa (0,99%) e regeneração arbórea ($h > 1,5 \text{ m}$) (0,77%). Já o componente herbáceo foi o menos representativo de todo conjunto amostral (tabela 1).

A serapilheira possui papel importante na ciclagem rápida de nutrientes. A quantidade de serapilheira acumulada nos solos dos sub-bosques florestais tropicais é resultado da influência espécies dominantes, idade das espécies, condições climáticas, propriedades do solo, intensidade da cobertura florestal, bem como do estágio sucessiona dessa floresta (WATZLAWICK et al., 2012). O fator de expansão (FE) para biomassa da serapilheira foi de 0,02779. Esse valor está bem abaixo do valor encontrado por Morais et al. (2012) ($FE = 0,165$) para um cerrado em Minas Gerais e do valor encontrado para um cerrado denso no DF ($FE = 0,2685$) por Castro e Kauffman (1998) (tabela 2).

A sazonalidade ao longo do ano interfere no estoque de biomassa da serapilheira, com maiores acúmulos ao final de estação seca (GODINHO et al., 2014). Dessa forma, é importante salientar que este tipo de estudo deve conter mais de uma época de coleta, principalmente em fisionomias com alta deciduidade, comuns no Cerrado brasileiro que tem a estação seca e chuvosa bem demarcadas. Vale ressaltar que a coleta de biomassa do presente estudo foi realizada somente na estação chuvosa. Isso pode ter levado a uma subestimativa da biomassa da serapilheira. Recomenda-se, assim, realizar novas medições durante o período da seca, a fim de se obter uma estimativa mais representativa desse compartimento.

O FE de necromassa ($FE = 0,0104$) foi próximo ao valor recomendado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) (IPCC, 2003) ($FE = 0,11$) e do valor encontrado Castro e Kauffman (1998) ($FE = 0,155$). O FE encontrado para herbáceas ($FE = 0,00237$) foi próximo ao valor encontrado por Moreira-burger e Delitti, (1999) em uma mata ciliar em São Paulo.

TABELA 1 - Biomassa arbórea acima do solo e biomassa e fatores de expansão de compartimentos de uma floresta estacional decidual em Niquelândia, Goiás. IC = intervalo de confiança. FE = fator de expansão.

Componente	biomassa (IC) (Mg ha^{-1})	%	FE
Arbóreo acima do solo	100,67 ($\pm 30,97$)	95,12	-
Serapilheira	2,798 ($\pm 0,2932$)	2,64	0,027794
Necromassa	1,0472 ($\pm 0,3403$)	0,99	0,010402
Arvoretas ($h > 1,5 \text{ m}$)	0,8184 ($\pm 0,3257$)	0,77	0,00813
Vegetação rasteira ($h < 1,5 \text{ m}$)	0,2583 ($\pm 0,0941$)	0,244	0,002566
Herbáceo	0,2398 ($\pm 0,1789$),	0,236	0,002374
Total	105,831	100	0,051266

TABELA 2 – Estimativas de biomassa arbórea e diferentes compartimentos de fitofisionomias no Cerrado. AGB = biomassa arbórea acima do solo. AGB = biomassa arbórea acima do solo, Ref. = referência, 1 = presente estudo, 2 = GODINHO et al., (2014), 3 = VITAL et al., (2004), 4 = MOREIRA-BURGER & DELITTI, (1999), 5 = MORAIS et al., (2012), 6 = MIGUEL et al., (2017), 7 = CASTRO & KAUFFMAN, (1998).

Localidade	AGB (Mg ha ⁻¹)	serapilheira (Mg ha ⁻¹)	necroma ssa FE	herbác eas (Mg ha ⁻¹)	Vegetação rasteira FE	Ref. (Mg ha ⁻¹)	FE	(Mg ha ⁻¹)	FE	
Floresta										
Niquelândia, GO	100,6	2,798	0,02779	1,0472	0,010402	0,2398	0	1,0767	0,00494	1
Cachoeiro de Botucatu, SP	-	0,458	-	-	-	-	-	-	-	2
	-	10,65	-	-	-	-	-	-	-	3
Floresta										
Itapira, SP	117,9	-	-	0,3	-	0,00254	-	-	-	4
Cerradão										
Limeira do Oeste, MG	6	11,67	0,165	-	-	-	-	-	-	5
Palmas, TO	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Cerrado <i>sensu</i>										
Brasília, DF	12,29	3,3	0,2685	1,9	0,15446	3,7	1	-	-	7

CONCLUSÕES

A biomassa aérea acima do solo foi de 100,67 Mg ha⁻¹ ($\pm 30,97$ Mg ha⁻¹). Os fatores de expansão, em relação à biomassa arbórea acima do solo, para necromassa, serapilheira, camada herbácea, arvoretas e vegetação rasteira foram de 0,0104, 0,0273, 0,00248, 0,0081 e 0,0026, respectivamente. Como a coleta de biomassa foi realizada apenas na estação chuvosa, recomenda-se a realização de coletas complementares na estação seca a fim de promover uma estimativa mais representativa dos compartimentos estudados.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é parte do projeto “Alometria no Cerrado” financiado pela VOTORANTIM METAIS (CBA – Companhia Brasileira de Alumínio), pela FAO/ONU, Serviço Florestal Brasileiro/MMA e CNPq. Agradeço à Emmanuel Gonçalves Silva pela produção da figura 1 deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABDALA, G. C.; CALDAS, L.S.; HARIDASAN. M.; EITEN G. Above and belowground organic matter and root: shoot ratio in a cerrado in Central Brazil. **Brazilian Journal of Ecology**, v. 2, n. 1, p. 11-23, 1998.

AMARO, M. A., BOECHAT SOARES, C. P., LOPES DE SOUZA, A., GARCIA LEITE, H., & FERNANDES DA SILVA, G. Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, 2013.

BACCARIN, F. J. B.; VENTUROLI, F.; OLIVEIRA, F. D.; SANQUETTA, C. R.; FREITAS, J. V. Estimativa de biomassa da regeneração natural de uma floresta estacional semidecídua aluvial. **TREE DIMENSIONAL**, ProFloresta - Goiânia, v.1 n.2; p. 39-45, 2016.

CASTRO, E. A., & KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of tropical ecology**, v. 14, n. 3, p. 263-283, 1998.

CERRUTO R. S., GONÇALVES JACOVINE, L. A., BOECHAT SOARES, C. P., MARTINS, S. V., LOPES DE SOUZA, A., & BRANDI NARDELLI, A. M. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 33, n. 5, 2009.

EMMERT, F. **Avaliação do emprego da técnica de estabilização de solo na melhoria de estradas florestais da região de Niquelândia-GO**. 2010. xv, 116 f.,il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

FELFILI, M.C. 2008. **Proposição de critérios florísticos, estruturais e de produção para o manejo do cerrado sensu stricto do Brasil Central**. Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 133p.

GASPAR, R. O., JUNIOR, I. M. L., RODRIGUES, M. I., ARAÚJO, J. B. C. N., & LOBÃO, M. S. Dendrocronologia na análise do crescimento em diâmetro, volume, biomassa e dióxido de carbono no Cerrado. **Nativa**, v. 4, n. 1, p. 48-52, 2016.

GIBBS, H.K. et al. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. **Environmental Research Letters**, v. 2, n. 4, p. 045023, 2007.

GODINHO, T. O., CALDEIRA, M. V. W., ROCHA, J. H. T., CALIMAN, J. P., & TRAZZI, P. A. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Cerne, Lavras**, v. 20, n. 1, p. 11-20, 2014.

IPCC - **Intergovernmental Panel On Climate Change**. Good Practice Guidance for Land Use, Land–Use Change and Forestry. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies, 2003.

LILIENTFEIN, J., WILCKE, W., ZIMMERMANN, R., GERSTBERGER, P., ARAÚJO, G. M., & ZECH, W. Nutrient storage in soil and biomass of native Brazilian Cerrado. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 164, n. 5, p. 487-495, 2001.

MIGUEL, E. P., REZENDE, A. V., ASSIS LEAL, F., TRONDOLI MATRICARDI, E. A., IMANA ENSINAS, J. M., & NUNES MIRANDA, J. F. Floristic, structural, and allometric equations to estimate arboreal volume and biomass in a cerradão site. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, 2017.

MIRANDA, S. D. C., BUSTAMANTE, M., PALACE, M., HAGEN, S., KELLER, M., & FERREIRA, L. G. Regional variations in biomass distribution in Brazilian savanna woodland. **Biotropical**, v. 46, n. 2, p. 125-138, 2014.

MIRANDA , S. D. C. D. **Variação espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado**. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2012.

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

MOREIRA-BURGER, D. É. B. O. R. A. H., & DELITTI, W. B. Fitomassa epigéa da mata ciliar do Rio Mogi-Guaçu, Itapira-SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 3, p. 429-435, 1999.

OTTMAR R. D, VIHMANEK RE, MIRANDA H S, SATO M N, ANDRADE S M A. **Séries de estereofotografias para quantificar a biomassa da vegetação do Cerrado do Brasil Central**, vol. I. USDA/USAID/UnB. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-519. Portland: US Department of Agriculture, Forest Service; 2001.

REZENDE, A. V., VALE, A. D., SANQUETTA, C. R., FIGUEIREDO FILHO, A., & FELFILI, J. M. 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**, v. 71, n. 2, p. 65-73, 2006.

RIBEIRO, S. C., FEHRMANN, L., SOARES, C. P. B., JACOVINE, L. A. G., KLEINN, C., & DE OLIVEIRA GASPARGAR, R. Above-and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 3, p. 491-499, 2011.

ROITMAN, I., BUSTAMANTE, M. M., HAIDAR, R. F., SHIMBO, J. Z., ABDALA, G. C., EITEN, G., ... & LINDOSO, G. S. Optimizing biomass estimates of savanna woodland at different spatial scales in the Brazilian Cerrado: Re-evaluating allometric equations and environmental influences. **PloS one**, v. 13, n. 8, p. e0196742, 2018.

SANO, E. E.; ROSA, R, BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 166, n. 1-4, p. 113-124, 2010.

SANQUETTA, C.R.; DALLA CORTE, A.P.; PINTO, C.; MELO, L.A.N. Biomass and carbon in non-woody vegetation, dead wood and litter in Iguaçu National Park. **Floresta**, v. 44, n. 2, p. 185-194, 2014.

SCOLFORO, J. R. et al. **Volumetria, peso de matéria seca e carbono**. Inventário florestal de Minas Gerais: Cerrado: florística, estrutura, diversidade, similaridade, distribuição diamétrica e de altura, Volumetria, tendências de crescimento e áreas aptas para manejo florestal. Lavras: Ed da UFLA, p. 361-438, 2008.

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, 2008.

VITAL, A. R. T., GUERRINI, I. A., FRANKEN, W. K., & FONSECA, R. C. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, p. 793-800, 2004.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRÜBY, P. Quantificação da biomassa em uma Floresta Estacional Decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 419-425, 2006.

WATZLAWICK, L. F., CALDEIRA, M. V. W., VIERA, M., SCHUMACHER, M. V., DE OLIVEIRA GODINHO, T., & BALBINOT, R. Estoque de biomassa e carbono na Floresta Ombrófila Mista Montana Paraná Stock of biomass and carbon in the montane mixes shade forest, Paraná. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 95, p. 353 – 362, 2012.