

Biomassa Subterrânea associada à vegetação nativa de Cerradão

Douglas Borges Pereira*
Sabrina do Couto de Miranda**

RESUMO

A fração subterrânea da vegetação tem papel fundamental no funcionamento dos ecossistemas. No entanto, há poucos estudos em relação à biomassa de raízes. Tal fato se deve à dificuldade na amostragem e também à ausência de padronização nas metodologias para a coleta de dados. Para o Cerrado este tipo de estudo é importante, pois grande parte da biomassa vegetal encontra-se na parte subterrânea do solo. Este estudo teve por objetivos estimar a biomassa e o estoque de carbono subterrâneo da vegetação nativa em remanescente de cerradão em Palmeiras de Goiás. Para a coleta das raízes foram abertas 10 quadrículas, com dimensões de 50 x 50 cm e escavado até 30 cm de profundidade, em uma área de remanescente de cerradão. As raízes coletadas foram lavadas, triadas e classificadas de acordo com o diâmetro médio: raízes muito finas (diâmetro < 2 mm); raízes finas (diâmetro entre 2 e 5 mm); raízes médias (diâmetro entre 6 e 10 mm); raízes grossas (diâmetro > 10 mm) e miscelâneas (diâmetros diversos, xilopódios, bulbos, tubérculos e rizomas). A biomassa radicular média e o, respectivo, estoque de carbono no cerradão estudado foram de 12,33 Mg.ha⁻¹ e 5,79 Mg.ha⁻¹. Não houve variação estatística entre quadrículas, contudo a comparação entre as classes de diâmetro mostrou maior contribuição da classe de raízes grossas na biomassa radicular total. Na comparação com outros estudos, o cerradão de Palmeiras de Goiás apresentou menores valores.

Palavras-chave: Raízes. Classe de diâmetro. Cerrado. Conservação.

ABSTRACT

The underground fraction of vegetation plays a fundamental role in the functioning of ecosystems. However, there are few studies regarding the biomass of roots. This is due to the difficulty in sampling and also the lack of standardization in the methodologies for data collection. For the Cerrado this type of study is important, because much of the vegetal biomass is found in the underground part of the soil. This study aimed at estimating the biomass and the underground carbon stock of native vegetation in remnants of cerradão in Palmeiras de Goiás. For the collection of the roots 10 squares were opened, with dimensions of 50 x 50 cm and excavated until 30 cm of depth, in an area of remaining cerradão. The collected roots were washed, sorted and classified according to the average diameter: very thin roots (diameter < 2 mm); thin roots (diameter between 2 and 5 mm); medium roots (diameter between 6 and 10 mm); thick roots (diameter > 10 mm) and miscellaneous roots (various diameters, xylopoles, bulbs, tubers and rhizomes). The average root biomass and the respective carbon stock in the studied cerradão were 12.33 Mg.ha⁻¹ and 5.79 Mg.ha⁻¹. There was no statistical variation between squares, however the comparison between the diameter classes showed a greater contribution of the thick root class in the total root biomass. In comparison with other studies, the cerradão de Palmeiras de Goiás presented lower values.

Key words: Roots. Diameter class. Cerrado. Conservation.

* Graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Palmeiras de Goiás. E-mail: douglas-agro@outlook.com

** Professora de Botânica – Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Palmeiras de Goiás. Doutora em Ecologia. E-mail: sabrinac.miranda@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A vegetação nativa dos biomas brasileiros vem sendo, cada vez mais, fragmentada por conta da expansão dos centros urbanos e de áreas agropecuárias, estas atividades antrópicas estão causando alterações que afetam o clima pela emissão de diferentes Gases de Efeito Estufa (GEEs) na atmosfera. Mesmo o efeito estufa, um fenômeno natural, segundo Houghton (2003) está sendo intensificado, principalmente, pelo aumento na queima de combustíveis fósseis e alterações no uso da terra.

Dessa forma, as florestas aparecem como importantes contribuintes ambientais por meio do sequestro de gás carbônico (CO₂) atmosférico (DIAS-FILHO, 2006). O processo de conversão do CO₂ em carbono orgânico pela fotossíntese vai variar de acordo com algumas características da vegetação como: condições climáticas da região, estágios de sucessão e a variação genética das espécies presentes (WATZLAWICK et al., 2004). No cenário das mudanças climáticas globais e alteração no ciclo do carbono é necessário a ampliação de estudos voltados para a mensuração da biomassa e estoque de carbono alocados na vegetação (BUSTAMANTE; OLIVEIRA, 2008).

No contexto de importantes ecossistemas savânicos mundiais, o Cerrado se destaca pela grande extensão territorial e se conecta com todos os biomas no Brasil, com exceção dos Pampas. De acordo com Faleiro et al. (2008), trata-se da savana mais rica e biodiversa do mundo abrigando cerca de 5% da flora e fauna mundial. Ribeiro e Walter (2008) descreveram 11 tipos fitofisionômicos diferentes para o Cerrado que são agrupadas em formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo limpo e campo rupestre). Para o entendimento desse bioma é crucial compreender a dinâmica espacial e temporal na mudança de uso da terra levando em consideração os três tipos de formações vegetais, bem como, as diferenças no estoque de carbono (ZIMBRES et al., 2020).

Dentre as fitofisionomias do Cerrado, o cerradão é fisionomicamente semelhante a uma floresta, mas do ponto de vista florístico compartilha várias espécies com o cerrado sentido restrito (MIRANDA et al., 2017). São escassos na literatura estudos relacionados ao cerradão, destes a maior parte traz dados sobre o estoque de carbono e biomassa na parte aérea, com poucos trabalhos abordando estimativas para a porção subterrânea. A escassez de dados pode ser pela dificuldade na quantificação da biomassa presente nas raízes em diferentes ecossistemas, já que as metodologias empregadas são complexas de serem executadas e demandam muito tempo e mão de obra para sua execução (AZEVEDO, 2014). Dessa forma, compreender as relações entre a parte aérea e subterrânea em vegetações nativas refinam as estimativas de biomassa e estoque de carbono, bem como, minimizam os impactos de amostragens destrutivas (SANTOS, 2010).

A biomassa subterrânea de determinada vegetação compreende todas as estruturas abaixo da linha do solo, que tem como principal função fixar a vegetação, absorção de água e sais minerais e a alocação dos nutrientes e reservas (ADUAN et al., 2003). No caso do Cerrado, sabe-se que nos ambientes savânicos e campestres significativas proporções de biomassa encontra-se na porção subterrânea da vegetação (MIRANDA et al., 2014).

No contexto das mudanças climáticas o Brasil tem ampla representatividade quando se trata do estoque de biomassa e carbono na vegetação nativa, assim a quantificação destes compartimentos é importante para a determinação do sequestro de carbono atmosférico e cômputo de emissões evitadas. Alguns autores destacam que no Cerrado a maior parte da biomassa está alocada no solo e na porção subterrânea da vegetação (ADUAN et al., 2003; PAIVA et al., 2011; MIRANDA et al., 2014). Assim, são importantes estimativas de biomassa

subterrânea em escala local e regional visando preencher lacunas sobre a contribuição desse compartimento para o ciclo global do carbono.

Este trabalho tem por objetivos estimar a biomassa e o estoque de carbono associados às raízes de vegetação nativa em remanescente de cerradão utilizando, para tanto, metodologia padronizada. Além disso, foram realizadas comparações com dados encontrados na literatura para o mesmo tipo fitofisionômico buscando analisar similaridades e dissimilaridades entre áreas.

2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado em um fragmento de cerradão em área de reserva legal localizado no município de Palmeiras de Goiás – GO na Fazenda Buritis (Figura 1). A vegetação encontra-se associada aos Latossolos Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo.



Figura 1: Interior de uma das parcelas onde a vegetação lenhosa de cerradão foi amostrada na Fazenda Buritis, Palmeiras de Goiás.

No local já estava sendo conduzido um estudo para a amostragem da vegetação lenhosa por meio de 10 parcelas de 20 x 50 metros. Na lateral de cada uma das parcelas de amostragem da vegetação lenhosa foi sorteado um lado para a coleta da biomassa subterrânea.

As raízes foram coletadas de uma quadrícula com dimensões de 50 x 50 cm e escavado até 30 cm de profundidade (Figura 2). Antes da escavação foi removido todo o material vegetal acima do solo e as raízes foram separadas do solo manualmente e com o auxílio de peneiras com diferentes malhas, sendo uma mais grosseira e outra mais fina. Mesmo com a utilização dessas a maior parte do material foi coletado juntamente com partículas de solo, evitando-se a perda de raízes finas.



Figura 2: Representação de uma quadrícula de onde o material subterrâneo foi retirado.

O material recolhido em campo foi armazenado em sacos plásticos que foram rapidamente levados ao laboratório, para evitar perda de umidade e degradação do material biológico. No laboratório ocorreu a lavagem das raízes para a completa separação das partículas de solo. Foram utilizados os seguintes equipamentos: um balde de 20 litros, duas peneiras com diferentes aberturas de malha (uma maior e outra menor) e jornais para pré-secagem do material. O material coletado foi fracionado em 1/3 do volume total e depositado no balde, em seguida quase completou-se o volume do balde com água, com o auxílio das mãos foi realizado o destorroamento das partes mais rígidas e com movimentos circulares misturou-se todo o material com a água. Assim, houve suspensão das raízes devido à menor densidade. Com a água ainda em movimento o material foi despejado nas peneiras sobrepostas, com a de menor malha por baixo, evitando-se deixar que o solo, que se encontra no fundo, cair na peneira. O procedimento foi repetido pelo menos três vezes em cada amostra, pois geralmente na terceira já não era observado a presença de raízes no material que foi descartado. Todas as frações das amostras foram submetidas a esse processo.

Posteriormente, as raízes sobre os jornais secaram à sombra para retirar o excesso de água e em seguida foram levadas para a triagem (Figura 3). As raízes foram classificadas, com base no diâmetro da parte mediana, com o auxílio de um paquímetro digital, nas seguintes classes: raízes muito finas com diâmetro < 2 mm (classe 1); raízes finas com diâmetro entre 2 e 5 mm (classe 2); raízes médias com diâmetro entre 6 e 10 mm (classe 3); e raízes grossas com diâmetro > 10 mm (classe 4). Na categoria denominada “**miscelânea**” foram incluídas as estruturas subterrâneas com diversos tamanhos, tais como xilopódios, bulbos, rizomas, tubérculos e caules (classe 5).



Figura 3: Raízes separadas por classes com auxílio de paquímetro.

A massa fresca das diferentes classes de raízes foi aferida utilizando-se balança de precisão com 2 (duas) casas decimais. Posteriormente, armazenadas em sacos de papel, as raízes foram levadas para a estufa de ventilação forçada (60°C) para completa secagem por cerca de 72 horas ou até a obtenção do peso constante. Realizou-se a aferição da massa seca ou biomassa seca de raízes. Para efeito de comparações considerou-se que o estoque de carbono representa 47% da biomassa seca.

A análise estatística foi realizada com o programa BioEstat 5.3 (<https://www.mamiraua.org.br/downloads/programas/>). A normalidade no conjunto de dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk, na comparação entre as parcelas aceitou-se a hipótese nula, assim aplicou-se o teste paramétrico ANOVA: um critério com teste de TUKEY *a posteriori*, já nas comparações entre as diferentes classes de diâmetro rejeitou-se a hipótese nula de normalidade, assim aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (SNK *Student-Newman-Keuls*) onde valores de $p > 0,05$ não apresentaram variação estatística. Nas comparações a classe “miscelânea” foi desconsiderada, pois esta foi amostrada apenas na parcela 9.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A biomassa média de raízes no cerradão estudado foi estimada em 12,33 Mg.ha⁻¹ com coeficiente de variação (CV) de 48%, assim o estoque de carbono médio na porção subterrânea foi calculado em 5,79 Mg.ha⁻¹. A classe de miscelânea foi obtida apenas na parcela 9, o valor foi estimado em 0,0679 Mg.ha⁻¹, para efeito de comparações não considerou-se esta classe de raízes. Os valores mínimos e máximos de biomassa radicular foram, respectivamente, 5,93 Mg.ha⁻¹ na parcela 02 e 24,88 Mg.ha⁻¹ na parcela 01 (Quadro 1). A ANOVA não detectou variação estatística significativa entre os valores obtidas para as 10 parcelas analisadas.

Teodoro (2014) amostrou, com metodologia semelhante, uma área de cerradão no Jardim Botânico de Brasília-DF e encontrou os valores 18,50 e 8,70 Mg.ha⁻¹, respectivamente, para biomassa radicular e estoque de carbono. Valores semelhantes aos apresentados por Miranda et al. (2014) para as formações florestais do bioma Cerrado (média de 17,81 Mg.ha⁻¹). Portanto, os resultados encontrados no Cerradão de Palmeiras de Goiás ficaram abaixo dos comparados

para o mesmo tipo fitofisionômico.

Teodoro (2014) também amostrou raízes em áreas de cerrado denso protegido do fogo e em cerrado típico sujeito a queimadas e obteve valores de biomassa subterrânea, respectivamente, de 20,62 Mg.ha⁻¹ e 16,46 Mg.ha⁻¹. Miranda et al. (2012) em duas áreas de cerrado sentido restrito sobre Neossolos Quartzarênicos na Bahia encontrou biomassa subterrânea de 16,82 Mg.ha⁻¹ e 19,29 Mg.ha⁻¹, respectivamente em Correntina e São Desidério. Portanto, os resultados encontrados no Cerradão de Palmeiras de Goiás ficaram abaixo dos comparados, o que era esperado, pois em formações savânicas há maior investimento em raízes em relação às formações florestais.

Em termos de contribuição na biomassa radicular total calculada, a biomassa de raízes grossas (média 7,09 Mg.ha⁻¹) ($p=0,0018$; $H=15,0615$) foi significativamente maior em relação às outras classes de raízes (valores médios de 1,95 Mg.ha⁻¹, 1,38 Mg.ha⁻¹ e 1,91 Mg.ha⁻¹) (Quadro 1). O teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (SNK) ($p=0,0017$; $H=15,1569$) mostrou variação estatística entre a classe 1-4 ($p=0,0191$), 2-4 ($p=0,0001$), 3-4 ($p=0,0151$) (Figura 1), mostrando que as raízes grossas (classe 4) se diferenciaram das demais classes de raízes.

Quadro 1: Estimativas de biomassa subterrânea para um remanescente de cerradão sobre Latossolos em Palmeiras de Goiás. Onde: 1=raízes muito finas ($\varnothing < 2\text{mm}$); 2=raízes finas (\varnothing entre 2mm e 5 mm); 3=raízes médias (\varnothing entre 6 e 10 mm); 4=raízes grossas ($\varnothing > 10\text{mm}$).

Biomassa (Mg/ha)					
Parcelas	Classes de Raízes				Total
	1	2	3	4	
P1	1,15	1,25	1,62	20,86	24,88
P2	1,58	1,00	1,69	1,66	5,93
P3	1,86	0,88	1,04	11,51	15,28
P4	1,78	1,16	2,31	3,51	8,77
P5	1,56	1,59	0,81	2,08	6,03
P6	1,97	1,33	1,89	1,69	6,88
P7	1,86	1,19	3,43	5,76	12,24
P8	1,20	0,97	1,21	11,72	15,10
P9	3,77	2,05	1,92	9,04	16,77
P10	2,75	2,44	3,19	3,03	11,40
Média	1,95	1,38	1,91	7,09	12,33
CV	40,03%	36,29%	45,14%	87,91%	48,18%

Fonte: Autores.

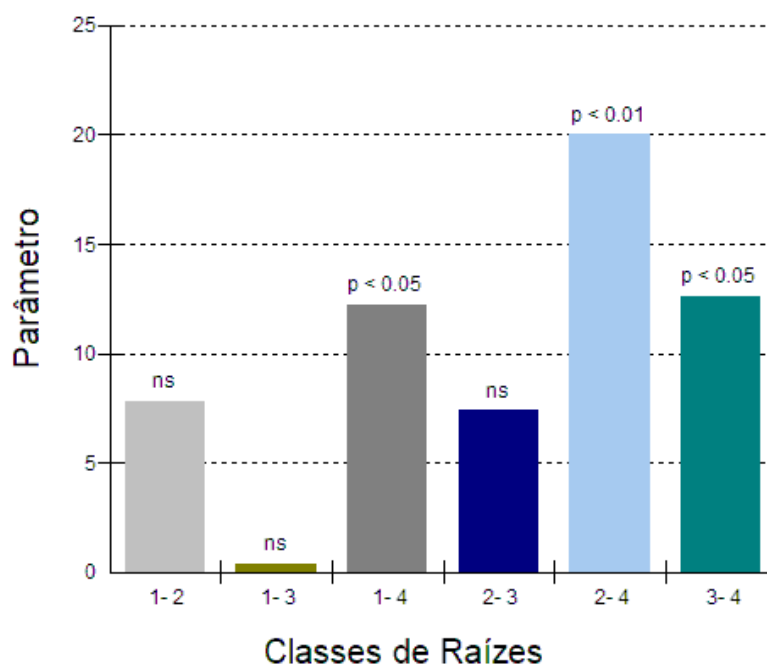


Figura 1: Análise estatística (Kruskal-Wallis) entre as classes de raízes amostradas na área de Cerradão estudada em Palmeiras de Goiás. Fonte: Autores.

Com o intuito de buscar similaridades e dissimilaridades entre os estoques de biomassa subterrânea entre áreas de cerradão sobre Latossolos, amostradas com metodologia semelhante, realizou-se comparações estatísticas entre os dados obtidos para o cerradão estudado em Palmeiras de Goiás (denominada área 4) e três áreas no Jardim Botânico de Brasília (TEODORO, 2014): Cerrado Denso Protegido do Fogo (denominada área 1), Cerrado Típico Sujeito a Queimadas (área 2) e Cerradão (área 3). Para tanto, foi necessário fazer um pequeno ajuste, agrupou-se as classes de raízes muito finas (classe 1) e finas (classe 2), passando a ser consideradas como uma única classe de raízes finas.

Devido a não normalidade no conjunto de dados aplicou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis que mostrou diferenças significativas entre a área 4 (este estudo) e as demais áreas comparadas apenas para a classe de raízes finas. A comparação entre as áreas amostradas pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (SNK), não mostrou diferenças significativas para as classes de raízes médias ($p=0,0782$; $H=6,8093$) e grossas ($p=0,4437$; $H=2,6795$).

O cerradão de Palmeiras (área 4) se diferenciou significativamente das demais áreas comparadas: 1-4 ($p=0,0008$), 2-4 ($p=0,0228$) e 3-4 ($p<0,0001$) (Figura 2) pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (SNK) ($p=0,00$; $H=27,7885$) (Figura 2). Verificou-se também diferenças significativas entre as áreas 2 e 3 ($p=0,0041$), ou seja, a biomassa de raízes finas do Cerrado Típico sujeito a Queimadas e o Cerradão de Brasília. Apesar de estarem próximos geograficamente, inseridos na mesma matriz geográfica e florística, provavelmente o fogo foi o fator que afetou tal distinção.

A média de valores de biomassa de raízes finas foram de $7,42 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($\text{CV}=17,63\%$) para a área 1; $6,41 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($\text{CV}=34,58\%$) para a área 2; $10,12 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($\text{CV}=23,97\%$) para a área 3; e $3,33 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($\text{CV}=36,07\%$) para a área 4, comprovando que no cerradão de Palmeiras de Goiás (área 4) o valor médio foi menor em relação aos respectivos valores das outras áreas comparadas. Provavelmente, fatores relacionados a localização (Brasília e Palmeiras de Goiás), bem como, clima, solo, altitude e estrutura da vegetação lenhosa tenham influenciado os resultados encontrados, até mesmo o acontecimento de queimadas como citado por Oliveiras,

et al. (2013) onde o aumento de raízes finas está associado com as queimadas. Assim, há necessidade de outros estudos relacionando a biomassa encontrada na parte aérea e subterrânea, bem como, a influência dos fatores ambientais.

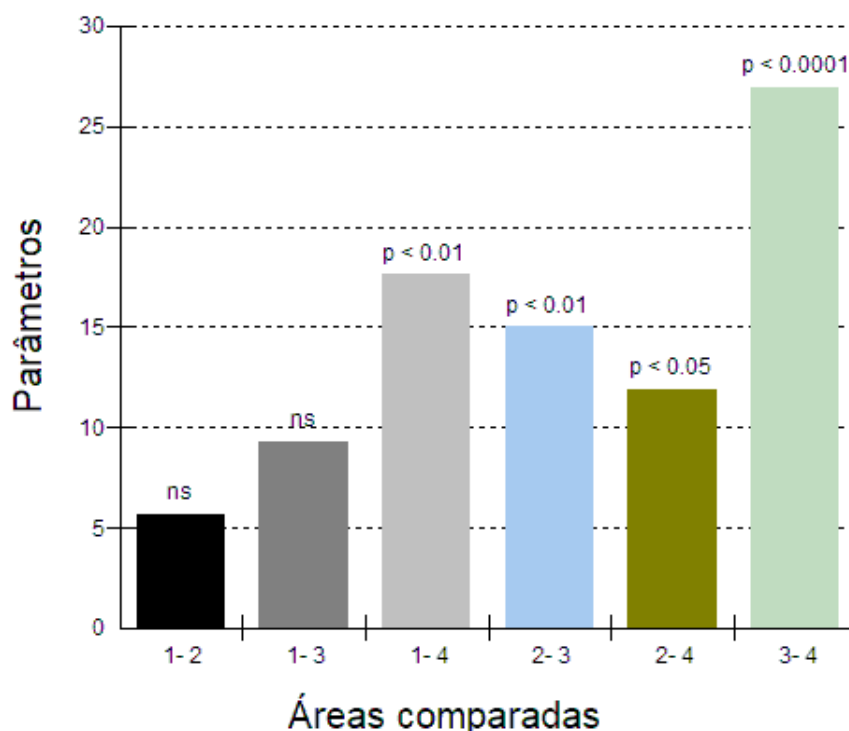


Figura 2: Análise estatística (Kruskal-Wallis) comparação entre a classe de raízes finas nas diferentes áreas propostas. Fonte: Autores.

4 CONCLUSÕES

As análises estatísticas nos dados de biomassa radicular amostrados em remanescente de cerradão em Palmeiras de Goiás não mostraram diferenciação entre as parcelas, porém houve diferenciação entre classes de raízes. O valor médio obtido para a classe de raízes grossas foi significativamente maior em comparação com as demais classes (muito finas, finas e médias). Portanto, esta classe é importante em termos de armazenamento de carbono.

A biomassa radicular estimada para o cerradão amostrado em Palmeiras de Goiás foi menor em relação a outras áreas comparadas amostradas com mesma metodologia. Tais dados são importantes, pois contribuem para o refinamento de estimativas e entendimento dos estoques de carbono associados a um mesmo tipo fitofisionômico.

Há necessidade de outros estudos visando relacionar os dados de biomassa subterrânea com as estimativas de biomassa aérea da vegetação na mesma área, visando o entendimento de processos em nível de comunidade.

5 REFERÊNCIAS

ADUAN, Roberto Engel; VILELA, M. de F.; KLINK, Carlos Augusto. **Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres: o caso do cerrado brasileiro**. Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E), 2003.

AZEVEDO, Gileno Brito de. **Amostragem e modelagem da biomassa de raízes em um cerrado sensu stricto no Distrito Federal.** 2014.

BUSTAMANTE, M.M; OLIVEIRA, E.L. **Impacto das Atividades Agrícolas, Florestais e Pecuárias nos Recursos Naturais**, IX Simpósio Nacional Sobre o Cerrado –SNC e II Simpósio Internacional Sobre Savanas Tropicais –SIST, Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2008.

DIAS FILHO, M. B. **A fotossíntese e o aquecimento global.** Embrapa Amazônia Oriental- Documentos (INFOTECA-E) (2006).

HOUGHTON, R. A. **Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850-2000.** Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology, v.55, n.2, p.378-390, 2003.

FALEIRO, F. G.; Gama, L. C.; Farias-Neto, A. L.; Sousa, E. S. **O Simpósio Nacional sobre o Cerrado e o Simpósio Internacional sobre Savanas Tropicais.** In: Faleiro, F. G.; Farias-Neto, A. L. (Eds.). **Savana: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais.** Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 31–46.

MIRANDA, Sabrina do Couto de. **Variação espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado.** 2012.

MIRANDA, Sabrina do Couto et al. **Regional variations in biomass distribution in Brazilian savanna woodland.** Biotropica, v. 46, n. 2, p. 125-138, 2014.

MIRANDA, Sabrina do Couto; Vasconcelos, Weuler Alves; Giusti, Cassio Henrique. **O cerrado de Goiás e suas relações florísticas e estruturais com outras áreas no Brasil.** 2017.

OLIVERAS, I.; Meirelles, S. T.; Hiraçuri, V. L.; Freitas, C. R.; Heloisa S. Miranda, H. S.; Pivello, V. R. **Effects of fire regimes on herbaceous biomass and nutrient dynamics in the Brazilian savanna.** *International Journal of Wildland Fire*, v.22, p.368-380, 2013

PAIVA, Artur Orelli; Rezende, Alba Valéria; Pereira, Reginaldo Sergio. **Estoque de carbono em cerrado sensu stricto do Distrito Federal.** *Revista Árvore*, v. 35, n. 3, p. 527-538, 2011.

RIBEIRO, José Felipe; Walter, Bruno Machado Teles. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado.** *Cerrado: ecologia e flora*, v. 1, p. 151-212, 2008.

SANTOS, Jhonson Reginaldo Silva. **Biomassa de raízes em diferentes fitofisionomias de savana em Roraima.** Tese (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima. Roraima, 2010.

TEODORO, Danielle Aparecida Alves. **Biomassa, estoque de carbono e nutrientes no Cerrado.** 2014.

WATZLAWICK, L. F.; Balbinot, R.; Sanquetta, C. R. Raldeira, M. V. W. **Teores de carbono em espécies da floresta ombrófila mista.** In: SANQUETTA, C. R.; ALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B. Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas. Curitiba. Brasil. 2004. p.95-110.

ZIMBRES, B.; Shimbo, J.; Bustamante, M., Levick, S.; Miranda, S.; Roitman, I.; Alencar, A. **Savanna vegetation structure in the Brazilian Cerrado allows for the accurate estimation of aboveground biomass using terrestrial laser scanning.** Forest Ecology and Management, 458, 117798. (2020).