



Deposição mensal da serapilheira em área de Cerrado, em Gurupi, TO

Francisca de Cássia Silva da Silva¹, Carolina Medinilla Pedro¹, Micael Moreira Santos¹, Augustus Caeser Franke Portella¹, Marcos Giongo¹

¹Universidade Federal do Tocantins, Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo, Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72, Zona Rural, C.P. 66, CEP 77402-970, Gurupi, TO, Brasil

*Autor correspondente:
fcassia.silv@gmail.com

Termos para indexação:

Biomassa
Indicador ambiental
Manejo

Index terms:

Biomass
Environmental indicator
Management

Histórico do artigo:

Recebido em 15/07/2019
Aprovado em 15/07/2021
Publicado em 17/05/2023

Resumo - O presente trabalho teve por objetivo avaliar a sazonalidade da deposição de serapilheira em área de Cerrado, em Gurupi, TO. Foram instalados 50 coletores dispostos sistematicamente na área de estudo. As coletas de serapilheira foram realizadas mensalmente, durante dois anos, de julho de 2016 a junho de 2018. O material foi coletado e acondicionado em sacos plásticos, para a separação das frações folhas, galhos e material reprodutivo, posteriormente foi levado à estufa a 70 °C por 48 h. A deposição de serapilheira variou ao longo dos dois anos, com maior produção no período seco. A produção total da serapilheira e suas frações, estruturas reprodutivas e foliares, não apresentaram diferenças significativas para os anos 1 (5.884,0 kg ha⁻¹) e 2 (5.420,0 kg ha⁻¹), sendo que somente para os galhos foi verificada diferença significativa. Foram mensurados 426 indivíduos distribuídos em 40 espécies e 28 famílias. A diversidade de Shannon H' equivaliu a 3,11 (nats ind⁻¹) e a equabilidade de Pielou foi 0,84. A espécie *Myrcia splendens* obteve maiores valores para os parâmetros fitossociológicos. Adicionalmente, foram obtidas correlações significativas entre as variáveis dendrométricas e a fração foliar e galhos.

Monthly litter deposition in a Cerrado area, in Gurupi, Tocantins State, Brazil



Abstract - This study aimed to assess the seasonality of litter deposition in a Cerrado area, in Gurupi, Tocantins State, Brazil. We installed systematically 50 collectors in the area. Litter collections were carried out monthly for two years from July, 2016 to June, 2018. The litter was collected and packed in plastic bags, before separating the fractions (leaves, branches and reproductive material). Subsequently, the samples were taken to the oven at 70 °C for 48 h. The litter deposition varied in terms of stability along the two years, with higher production in the dry period. The total litter production and its structural and reproductive and leaf fractions were not affected by the differences between years 1 (5,884.0 kg ha⁻¹) and 2 (5,420.0 kg ha⁻¹), only for branches that presented significant differences. We measured 426 individuals distributed in 40 species and 28 families, showing Shannon diversity index equivalent to 3.11 (nats ind⁻¹) and Pielou equitability index of 0.84. The species *Myrcia splendens* showed higher values for phytosociological parameters. There were significantly correlations among growth traits and the fraction of leaf and branches.

Introdução

Na maioria dos ecossistemas naturais existe uma vasta diversidade de espécies de plantas, ocasionando uma mistura de elementos vegetais senescentes depositados no solo denominados como serapilheira (Vivanco et al., 2018). Esses representam o estágio inicial de transposição de nutrientes para o solo, do qual foram retirados pelas plantas e devolvidos por meio da queda dos fragmentos vegetais. No entanto, a concentração dos nutrientes é variável, em função da diversidade florística e das características da vegetação. Além disso, a concentração dos nutrientes devolvidos para o solo pode ser mais dependente da quantidade de material que é depositado no solo, do que do teor de nutrientes do mesmo (Longhi et al., 2011).

Zhang et al. (2014) constaram que os maiores valores de deposição ocorrem frequentemente durante o período de menor precipitação pluviométrica, propondo que a radiação e a precipitação são fatores que possuem influência na produção de serapilheira nos ecossistemas florestais mundiais.

Fatores bióticos e abióticos, como relevo, diversidade florística, tipos de solo, temperatura e disponibilidade de luz, influenciam diretamente na deposição da serapilheira. Desta forma, as relações entre estes fatores caracterizam sua produção, com um deles sobressaindo aos demais, conforme as características de cada ecossistema (Lima et al., 2015). A caducifolia das vegetações tropicais são dependentes da composição florística (Xiao et al., 2006; Harrison, 2008; Zalamea & González, 2008; Zhang et al., 2014).

Para o manejo adequado de um ecossistema, conhecer sua estrutura e a sua composição é a primeira etapa a ser considerada em uma tomada de decisão. De forma complementar, a análise quantitativa do material vegetal depositado no solo, contribui para a compreensão do funcionamento do ecossistema. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo verificar a dinâmica da deposição da serapilheira em um renascente do bioma Cerrado.

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido na Estação Experimental do Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CeMAF), localizada na Universidade Federal do Tocantins – Campus de Gurupi sob as coordenadas 11°46'21.5"S e 49°03'21.9"W. O solo na área de estudo foi classificado como Plintossolo.

O clima, segundo a classificação de Thornthwaite, é do tipo C2wA'a" úmido subúmido com moderada deficiência hídrica, sendo no período seco verificada temperatura média de 32°C (Tocantins, 2015). Os dados das variáveis climáticas (temperatura média, precipitação pluviométrica e umidade relativa), principais elementos meteorológicos registrados na estação meteorológica do campus de Gurupi, TO, durante os dois anos de estudo, estão apresentados na Figura 1.

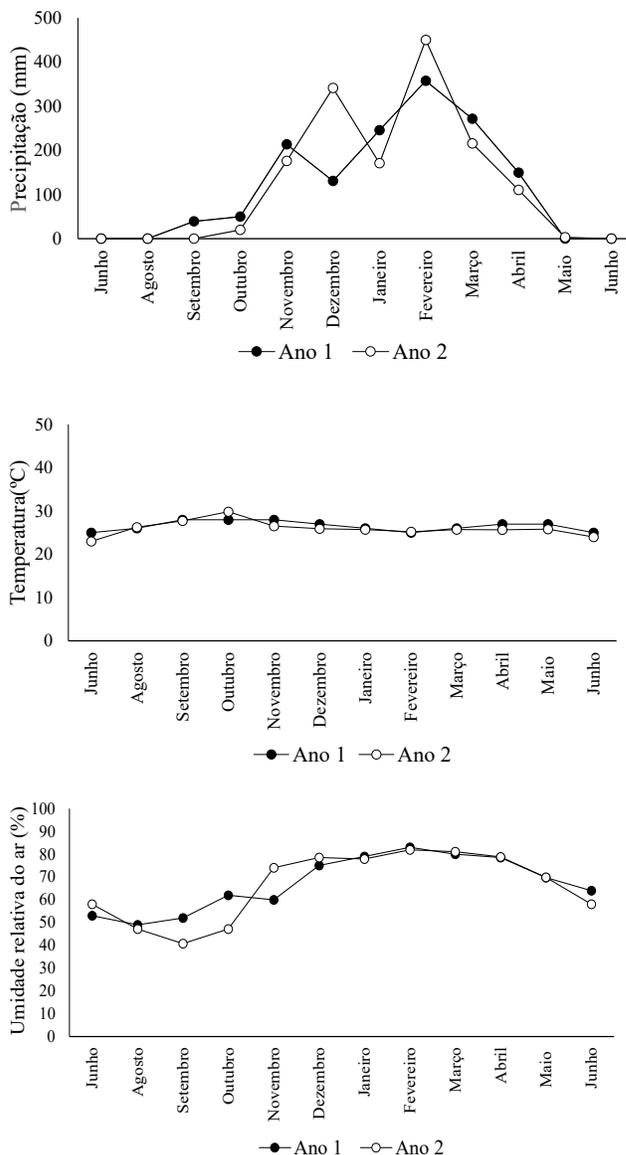


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa (%) registradas na estação meteorológica do Campus de Gurupi (TO).

Figure 1. Rainfall (mm), mean temperature (°C) and relative humidity (%) registered in the Gurupi weather station, Tocantins State, Brazil.

Interceptação da serapilheira

Para a interceptação da serapilheira, foram utilizados 50 coletores formados por uma moldura circular de 112,8 cm de diâmetro. Eles foram distribuídos com distância de 5 m entre si e suspensos a 50 cm acima da superfície do solo, para facilitar o escoamento da água.

A serapilheira depositada nos coletores foi recolhida em intervalos de 30 dias por dois anos, em que o ano 1 referiu-se às coletas entre julho de 2016 a junho de 2017 e o ano 2 entre julho de 2017 a junho de 2018. As amostras de serapilheira coletadas foram armazenadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório, onde foi realizada a estratificação por categorias: folhas, galhos e estruturas reprodutivas. Em seguida, cada fração foi embalada em sacos de papel e submetida a 70 °C por 48 h, em estufa, até obtenção de massa constante. Determinou-se a massa seca de cada um dos componentes avaliados. A produção de serapilheira no período de estudo foi obtida através da Equação 1.

$$PS = \sum (PM \times 10.000) AC \quad (1)$$

Em que: PS = produção total da serapilheira (kg ha⁻¹); PM = produção mensal de serapilheira (kg ha⁻¹ mês⁻¹); e Ac = área do coletor (m²).

Levantamento fitossociológico

Os coletores de serapilheira foram utilizados como pontos de referência para o levantamento fitossociológico. Foram mensurados e identificados todos os indivíduos em um raio de até 3 m de distância dos coletores. Na análise da vegetação, foram calculados e analisados os seguintes parâmetros fitossociológicos: dominância relativa (DoR), densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), índice de valor de cobertura (VC), índice de valor de importância (VI), índice de diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J').

Análise estatística

A comparação entre as médias (total e frações) foi feita com o teste de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$). A

influência das variáveis meteorológicas em relação à produção foi avaliada pela correlação de coeficiente de Spearman ($p \leq 0,01$; 0,05), assim como a verificação da associação das variáveis dendométricas com as frações da serapilheira

Resultados

Deposição e composição da serapilheira

A deposição mensal média da serapilheira armazenada nos coletores nos dois anos avaliados em área de Cerrado (Figura 2), variou de 89,1 a 1.521,0 kg ha⁻¹ mês⁻¹ com elevadas produções no período entre julho e setembro para os dois anos, não sendo verificada diferença significativa entre a deposição da serapilheira para os dois anos avaliados. Para o primeiro ano foi quantificado um aporte de 5.884,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e para o segundo 5.420,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Os principais componentes da serapilheira foram: a fração foliar, galhos (cascas e ramos) e estruturas reprodutivas (frutos, flores e sementes). As folhas representaram 80,6% da produção total, apresentando maior deposição em julho (1.328,8 kg ha⁻¹ mês⁻¹) no ano 1 e em agosto (1.386,5 kg ha⁻¹ mês⁻¹) no ano 2, não sendo observada diferença significativa entre as médias da fração foliar quando comparadas entre anos.

A fração dos galhos foi a única que apresentou diferença significativa, correspondendo a 14,3% de representação da serapilheira. Foi observada maior produção de serapilheira em outubro no ano 2 (164,8 kg ha⁻¹ mês⁻¹) e em agosto (116,6 kg ha⁻¹ mês⁻¹) no ano 1.

As estruturas reprodutivas participaram com 5,1% na composição total da serapilheira, sendo que a participação dessa fração foi verificada em todos os meses avaliados, porém não foi observada diferença significativa entre os dois anos. Para essa fração, foi observado um maior aporte no primeiro ano em setembro (49,12 kg ha⁻¹ mês⁻¹) e no segundo ano em agosto (83,19 kg ha⁻¹ mês⁻¹).

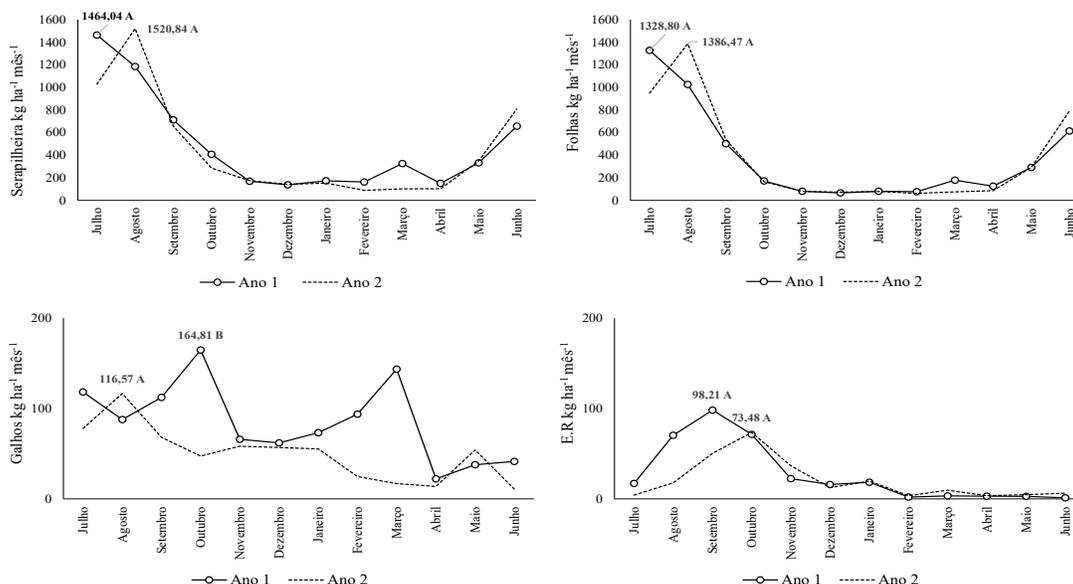


Figura 2. Aporte da serapilheira (total e frações) nos dois anos de estudo em área de Cerrado, pela variação de massa das amostras coletadas. E. R.= estruturas reprodutivas.
Figure 2. Litter contribution values (total and fractions) in the two years of study in the Cerrado area, according to the mass variation of the collected samples. E. R.= reproductive structures.

Relação das variáveis meteorológicas com a deposição das frações

Foram observadas correlações negativas e significativas entre a produção de folhas com a precipitação pluviométrica ($r = -0,77$; $r = -0,96$, nos anos 1 e 2, respectivamente) e com a umidade relativa ($r = -0,62$; $r = -0,79$, nos anos 1 e 2, respectivamente) (Tabela 1), indicando que quando essas variáveis

meteorológicas apresentam valores mais altos, a produção tende a ser menor.

Foi observada correlação significativa negativa ($r = 0,60$; $r = 0,82$, nos anos 1 e 2, respectivamente) entre a deposição de estruturas reprodutivas e as variáveis meteorológicas temperatura média e umidade relativa ($r = -0,63$ $p \leq 0,05$ e $r = -0,46$, nos anos 1 e 2, respectivamente). Somente para galhos não se observou correlação significativa com as variáveis meteorológicas.

Tabela 1. Correlação de Spearman entre as variáveis meteorológicas e produção das frações da serapilheira.
Table 1. Spearman correlation coefficients between the meteorological variables and litter fraction production.

	Folhas		Galhos		Estruturas reprodutivas	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Precipitação	-0,77**	-0,96**	-0,16	-0,26	-0,10	0,01
Temperatura média	-0,28	-0,15	-0,02	0,40	0,60*	0,82**
Umidade relativa	-0,62**	-0,79**	-0,15	-0,37	-0,63*	-0,46*

* e ** = correlação significativa a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Caracterização da vegetação

Foram amostrados 426 indivíduos lenhosos, distribuídos em 40 espécies e 28 famílias (Tabela 2), com índice de diversidade de Shannon (H') e de equabilidade de Pielou (J') equivalente a 3,11 nats ind⁻¹ e 0,84, respectivamente. As árvores apresentaram diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) entre 4,8 cm e 16,2 cm (DAP médio = 7,2 cm ± 2,3 cm) e altura entre 1,5 m a 8,0 m (altura média = 4,9 m ± 1,2 m).

As dez espécies que apresentaram maiores valores para os parâmetros fitossociológicos estão descritas, em ordem decrescente de índice de valor de importância (VI), na Tabela 2.

Myrcia splendens apresentou os maiores valores para densidade relativa, dominância relativa, índice de valor de cobertura e VI, correspondendo a 12,67% do número total dos indivíduos. Foram encontrados materiais dessa espécie em 6 dos 10 coletores com maior deposição de serapilheira ao longo do estudo.

Foi possível verificar correlação significativa entre a fração foliar e as variáveis DAP médio e a altura média total (Tabela 3). A fração galhos apresentou correlação positiva significativa apenas com a altura média total e a fração estruturas reprodutivas não apresentou correlação significativa com as variáveis dendrométricas estudadas.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das espécies mensuradas no levantamento realizado próximo aos coletores de serapilheira.

Table 2. Phytosociological parameters of the species measured in the survey carried out near the litter collectors.

Espécies	Nome popular	N	DR	DOR	FR	VI	VC
<i>Myrcia splendens</i>	Araçá do mato	54	12,68	10,60	10,25	33,53	22,93
<i>Qualea parviflora</i>	Pau terra	47	11,03	10,25	11,12	32,40	22,15
<i>Callisthene minor</i>	Pau de rato	39	9,15	7,77	7,64	24,57	16,79
<i>Tachigali aurea</i>	Tatarena	26	6,10	4,95	8,73	19,78	14,84
<i>Machaerium brasiliense</i>	Jacarandá	23	5,40	5,65	5,89	16,94	11,29
<i>Magonia pubescens</i>	Tingui	21	4,93	5,30	5,88	16,11	10,81
<i>Curatella americana</i>	Lixeira	18	4,23	4,59	6,03	14,85	10,26
<i>Eriotheca gracilipes</i>	Paineira do campo	16	3,76	3,53	6,81	14,10	10,57
<i>Vatairea macrocarpa</i>	Amargoso	19	4,46	4,24	4,67	13,37	9,13
<i>Qualea multiflora</i>	Pau terra liso	19	4,46	5,65	3,05	13,16	7,51

Em que: N = número de indivíduos; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; FR = frequência relativa; VC = índice de valor de cobertura; e VI = índice de valor de importância.

Tabela 3. Valores dos coeficientes de correlação de Spearman entre a produção das frações da serapilheira e as variáveis dendrométricas no período entre julho de 2016 a junho de 2017.

Table 3. Spearman correlation coefficients between litter fractions production and dendrometric variables from July, 2016 to June, 2017.

Variável	Folhas	Galhos	Estruturas reprodutivas
Área basal	0,10	0,14	0,03
Diâmetro médio (a 1,30 m do solo)	0,38**	0,24	0,16
Altura média total	0,45**	0,40**	0,04
Densidade	0,10	0,14	0,03

Em que: ** = correlação significativa a 1% de probabilidade.

Discussão

Deposição e composição da serapilheira

Os resultados observados por Silva et al. (2007) em sua pesquisa sobre a deposição da serapilheira no bioma Cerrado são divergentes aos observados nesse estudo. Os autores observaram uma variação de 2 a 112 kg ha⁻¹ mês⁻¹, com deposição anual de 622 kg ha⁻¹ ano⁻¹. A diferença nos valores da produção pode ser atribuída às condições climáticas da região em o estudo foi realizado ou ao número de coletas e o método utilizado para captação do material.

As folhas comumente constituem uma maior proporção da biomassa da serapilheira depositada no solo (Schumacher et al., 2011). A maior deposição no período de estiagem se deve ao fato das espécies do cerrado serem caducifólias, ocorrendo assim uma maior deposição neste período. Diversos estudos mostram que, no Cerrado, a deposição de folhas nos meses de julho e agosto deve-se à abscisão foliar (Sanches et al., 2009; Viera et al., 2014; Machado et al., 2015; Teixeira et al., 2016; Marques et al., 2017). Desta forma, o presente trabalho acrescenta outro fator importante, por relacionar as características da vegetação com a deposição da serapilheira.

Kerbauv (2008) afirmou que a abscisão foliar está relacionada a diferentes hormônios, tais como: auxinas, citocininas e o ácido abscísico. Além disso, outros autores afirmam que os fatores ambientais e biológicos, como a idade avançada das folhas e os organismos parasitas, a redução na entrada de nutrientes e as alterações na composição dos gases atmosféricos também contribuem para a queda das folhas (Sanches et al., 2009; Marques et al., 2017).

Relação das variáveis meteorológicas com a deposição das frações

No presente estudo foi verificado que as variáveis meteorológicas (precipitação, temperatura e umidade relativa) influenciam diretamente a deposição da serapilheira (folhas e estruturas reprodutivas), tendo sido observada maior deposição no período de estiagem. Brun et al. (2001) também verificaram correlação significativa entre a temperatura e as estruturas reprodutivas, quando estudaram deposição de serapilheira em três fases sucessionais (Capoeirão, Floresta secundária e Floresta madura) de uma floresta estacional. A ausência de

correlação entre as variáveis meteorológicas com a fração galhos pode ser explicada pelo fato de serem materiais lenhosos, cuja deposição está mais relacionada com a deterioração da madeira do que com as variáveis meteorológicas. Outra possível causa a ser considerada é que a dimensão dos coletores utilizados não tenha sido adequada para o aporte dessa fração.

Caracterização da vegetação

Na pesquisa sobre a fitossociologia e a estrutura diamétrica de um Cerrado no município de Gurupi, TO, Ferreira et al. (2015) obtiveram índice de diversidade de Shannon (H') = 3,70 (nats ind⁻¹) e índice de igualdade de Pielou (J') = 0,80. Esse resultado é considerado consistente para vegetação natural de Cerrado, que geralmente apresenta heterogeneidade florística alta dos indivíduos arbóreos ($H' \sim 3,00$), apontando que nestas áreas existe uma alta diversidade de espécies e baixa dominância ecológica. Essa elevada diversidade faz com que a desrama natural ocorra em maior frequência no período de estiagem, tendo assim relação direta com a sazonalidade da deposição da serapilheira.

Myrcia splendens apresentou maior importância entre os indivíduos mensurados, o que sugere que essa espécie possa ter maior contribuição na serapilheira depositada, em comparação com as demais espécies arbóreas. No entanto, novos estudos deveriam considerar a separação da serapilheira por espécie e a análise da fenologia de *M. splendens* para compreender a influência dessa espécie na deposição da serapilheira.

Pode-se inferir sobre a importância da deposição das folhas em uma floresta natural no Cerrado, uma vez que quanto maior a deposição, maior será a entrada de luz na floresta, resultando em maior acesso das fontes primárias para o desenvolvimento dos indivíduos. De forma semelhante, áreas com árvores mais altas tendem a uma maior deposição de galhos, nesse caso devido à maior exposição a vento (Pinto et al., 2008; Dias, 2009).

Em seu estudo sobre a produção e a decomposição de serapilheira de uma floresta Ombrófila Mista aluvial, Sousa (2003) avaliou as correlações entre as mesmas variáveis dendrométricas e a deposição das frações da serapilheira, obtendo resultados semelhantes ao presente estudo. Neste sentido, embora as correlações tenham sido moderadas, é possível sugerir a influência destas variáveis na deposição da serapilheira, apontando assim uma relação entre a estrutura da vegetação com a deposição de serapilheira no bioma Cerrado.

Conclusões

A deposição de serapilheira variou em função da estacionalidade em dois anos de avaliação, com maior produção na estação seca.

A fração foliar apresentou maior porcentagem (80,6%) na composição da serapilheira, seguida por galhos e estruturas reprodutivas.

As variáveis meteorológicas apresentaram influência direta na deposição das frações foliar (precipitação e umidade relativa) e estruturas reprodutivas (temperatura média e umidade relativa).

A diversidade de espécies e as variáveis, diâmetro médio a 1,30 m do solo e altura média total apresentaram correlações significativas com a deposição das frações folhas e a altura média total com a fração galhos.

Conflito de interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Contribuição de autoria

Francisca de Cássia Silva: conceituação, análise formal, investigação; escrita – primeira redação.

Carolina Medinilla Pedro: análise formal, investigação.

Micael Moreira Santos:

Augustus Caesar Portella: metodologia, supervisão, escrita – revisão e edição.

Marcos Giongo: metodologia, supervisão, escrita – revisão e edição.

Referências

- Brun, E. J. et al. Relação entre a produção de serapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 277-285, 2001.
- Dias, N. J. S. **Escoamento de ventos em floresta:** estudo numérico de efeitos de heterogeneidade da cobertura florestal. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Mecânicas) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Ferreira, R. Q. S. et al. Fitossociologia e estrutura diamétrica de um cerrado, Gurupi - TO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 229-235, 2015. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i1.2996>.
- Harrison, R. D. Adaptive significance of phenological variation among monoecious hemi-epiphytic figs in Borneo. **Simbiose**, 45, p. 83-90, 2008.
- Kerbauv, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.
- Lima, R. P. et al. Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no sul do Piauí. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 42-49, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.062013>.
- Longhi, R. V. et al. Produção de serapilheira e retorno de macronutrientes em três grupos florísticos de uma Floresta Ombrófila Mista, RS. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 699-710, 2011. <http://dx.doi.org/10.5902/198050984514>.
- Machado, D. L. et al. Ciclagem de nutrientes em diferentes estágios sucessionais da Mata Atlântica na bacia do rio Paraíba do Sul, RJ. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 4, p. 1222-1237, 2015. <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n1a2015-23092>.
- Marques, A. C. A. et al. Avaliação de produção de serapilheira em planície inundável no Pantanal Mato-grossense. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 21, n. 3, p. 148-151, 2017. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2017v21n3p148-151>.
- Pinto, S. I. C. et al. Produção de serapilheira em dois estágios sucessionais de floresta estacional semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, em Viçosa. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 545-556, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000300015>.
- Sanches, L. et al. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 183-189, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000200012>.
- Schumacher, M. V. et al. Espécies predominantes na deposição de serapilheira em fragmento de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 479-486, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000600005>.
- Silva, C. J. et al. Produção de serapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 4, p. 543-548, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000400009>.
- Sousa, S. G. A. **Produção e decomposição de serapilheira de uma Floresta ombrófila mista aluvial, Rio Barigüi, Araucária-PR**. 2003. 144 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Paraná, Curitiba.
- Tocantins. Secretaria do Planejamento Superintendência do Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. **Base de dados geográficos do Tocantins**. Palmas, 2015.
- Teixeira, P. R. et al. Produção de serapilheira de duas fisionomias do domínio Cerrado, Gurupi, Tocantins. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 5, p. 45-50, 2016. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i5.4283>.
- Viera, M. et al. Deposição de serapilheira e nutrientes em plantio de *Eucalyptus urophylla* × *E. globulus*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 327-338, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.053913>.
- Vivanco, L. et al. Plant, fungal, bacterial, and nitrogen interactions in the litter layer of a native Patagonian forest. **PeerJ**, v. 6, p. 4754, 2018. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01393.x>.
- Xiao, X. et al. Detecting leaf phenology of seasonally moist forests in South America with multi-temporal MODIS images. **Remote Sensing Environment**, v. 103, p. 465-473, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.04.013>.

Zalamea, M. & González, G. Leaf fall phenology in a subtropical wet forest in Puerto Rico: from species to community patterns. **Biotropica**, v. 40, p. 295-304, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00389.x>.

Zhang, H. et al. Seasonal patterns of litterfall in forest ecosystem worldwide. **Ecological Complexity**, v. 20, p. 240-247, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2014.01.003>.