

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 18 (3)

May/June 2025

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/18220252061>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/2061>



Estimativa da fitomassa acumulada em povoamento misto de eucalipto no ecótono Cerrado-Pantanal

Estimated litterfall accumulated in a mixed eucalyptus in the Cerrado-Pantanal ecotone

Karoline Marie Rondon Toscano de Brito Gomes

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

karoline-toscano@hotmail.com

Thiago Woiciechowski

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Mona Carolina Ribeiro Lopes

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Resumo. A serapilheira está diretamente relacionada com a produtividade florestal e isto se deve à biomassa aérea que ao acumular no solo, recicla matéria orgânica e ao ser decomposta, retorna nutrientes ao solo. Os processos erosivos e de exploração florestal podem contribuir para a perda e exportação de nutrientes, respectivamente, causando déficit dos mesmos ao povoamento. Assim, a presença de serapilheira pode tanto otimizar a produtividade quanto reduzir estas perdas. Este trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, campus de Aquidauana, com o objetivo de estimar o acúmulo de fitomassa total e por frações, em época distintas do ano (outubro e dezembro/17 e, abril e junho/18) em povoamento híbrido de 3 ha com os clones: I224 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) e 1277 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*) sob espaçamento 2,25 x 4,00 m, e correlacionar o acúmulo de fitomassa com as variáveis meteorológicas: precipitação, temperatura média e velocidade do vento. Para a coleta da serapilheira foi utilizado gabarito de PVC de 0,25 m², sob delineamento inteiramente casualizado em quatro parcelas de 10 x 20 m com oito repetições. A fitomassa anual acumulada foi 3,9 Mg. ha⁻¹, com maior acúmulo em outubro/17. As frações seguiram a ordem de restituição: galhos>folhas>miscelânea>cascas. O aumento da velocidade do vento teve correlação positiva no acúmulo de fitomassa total. A precipitação foi significativa para o acúmulo da fração galhos e folhas em dezembro/17, ao contrário da maior temperatura média que influenciou negativamente o acúmulo total, por folhas e miscelânea no mesmo período.

Palavras-chaves: Serapilheira, biomassa, eucalipto híbrido, variáveis meteorológicas.

Abstract. The litter is causally related to the forest productivity, this is due to the aerial biomass that accumulates in the soil, recycles organic substances, and when it is decomposing, those substances cause the recurrence of nutrients to the soil. Erosive and forest exploration procedures may contribute to the loss and nutrients exportation, respectively, causing their deficits related with the reuse. Therefore, the presence of litter can both optimize productivity and reduce of these losses. This work was developed at the State University of Mato Grosso do Sul, Aquidauana unit, with the objective of estimating the total litterfall accumulation and fractions at distinct times of a year (October and December/17 and April and June/18) in hybrid stands of 3 ha with the clones I224 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) and 1277 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*) occupying an area of 2.25 x 4.00 m, and to correlate the litterfall accumulation with the meteorological variables as: rainfall, average temperature and wind speed. For the litter collection, a PVC template of 0.25 m² was used, under a randomized complete design in four 10 x 20 m plots with eight replications. The accumulated annual litterfall was 3.9 Mg.ha⁻¹, with a largest accumulation in October/17. The fractions followed the order of restitution: branches > leaves > remains > barks.

The increase in wind speed had a positive correlation in the total litterfall accumulation. The rainfall was significant for the accumulation of the leaf and branch fraction in December/17, as opposed to the higher average temperature that negatively influenced the total accumulation, by leaves and remains in the same period.

Keywords: Litterfall, biomass, hybrid eucalyptus, meteorological variables.

Introdução

A fitomassa, conhecida também como serapilheira, está diretamente relacionada com a produtividade de florestas e isto se deve à biomassa aérea que ao acumular-se no piso florestal, recicla matéria orgânica e ao ser decomposta, retorna nutrientes ao solo constituindo o ciclo biogeoquímico em essências florestais. Este ciclo, além de estar diretamente ligado a produtividade dos ecossistemas florestais, garante a manutenção e o estoque de nutrientes no solo (CÓRREA, 2011). As florestas estabelecidas em solos de baixa fertilidade, geralmente retornam menor quantidade de serapilheira do que em solos férteis, desenvolvendo mecanismos capazes de conservar nutrientes, como a absorção de nutrientes diretamente da serapilheira através de interações entre fungos e raízes (ANDRADE et al., 2003).

A quantidade de fitomassa que cai da parte aérea das plantas, bem como as taxas de decomposição são fundamentais para a formação da camada de serapilheira (ANDRADE et al., 2003). À medida que as folhas, galhos e raízes vão sendo incorporados à serapilheira e sofrem o processo de decomposição, liberando nutrientes ao solo, disponibilizando-os para as plantas (GODINHO et al., 2014). O período de permanência dos nutrientes estocados na serapilheira depende de alguns fatores, como a velocidade de decomposição do material, que varia de acordo com a latitude, altitude e o tipo de cobertura florestal (ANDRADE et al., 2003).

Em florestas plantadas, a quantidade de nutrientes no solo e a exportação durante a exploração florestal são de grande importância na definição do balanço nutricional e na eventual necessidade de aplicação de fertilizantes (MELO et al., 1995). Alguns trabalhos relativos a produção de serapilheira em diferentes espécies de Eucalipto (*Eucalyptus urophylla*; *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*; *Eucalyptus dunnii*) evidenciaram que o acúmulo de serapilheira depende de alguns fatores, tais como: período de crescimento vegetativo e fechamento do dossel; períodos de menor disponibilidade hídrica, variáveis meteorológicas, diferentes espaçamentos, espécies e clones, entre outros (CUNHA et al., 2013; LIMA et al., 2015; BARBOSA et al., 2017; VARGAS, 2017).

Diante o exposto, sabe-se que o acúmulo de fitomassa pode ser variável de acordo com os distintos clones do gênero Eucalipto nas diferentes condições climáticas existentes. Assim, este trabalho teve por objetivo estimar o acúmulo de fitomassa anual e por faixas, cascas, folhas, galhos e miscelânea e realizar correlações com variáveis

meteorológicas em plantio misto de eucalipto híbrido, *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (clone I224) e *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* (clone 1277) com oito anos de idade, em distintas épocas do ano, na região de Aquidauana, MS.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em áreas experimentais da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, MS no período de outubro de 2017 a julho de 2018. A área apresenta as coordenadas geográficas 20°20' Sul e 55°48' Oeste e altitude de 170 metros (Figura 1). O clima da região é do tipo (Aw) com verão quente e úmido e inverno seco e temperaturas amenas e a precipitação pluviométrica anual fica entre 1200 a 1600 mm (ALVARES et al., 2013), sendo os meses de novembro, dezembro e janeiro aqueles em que ocorrem precipitações máximas e os meses de julho, agosto e setembro os mais secos do ano. A temperatura média anual é de 24°C, com máximas diárias de 36°C durante a primavera e mínimas de 12°C no inverno, sendo rara a ocorrência de geadas.

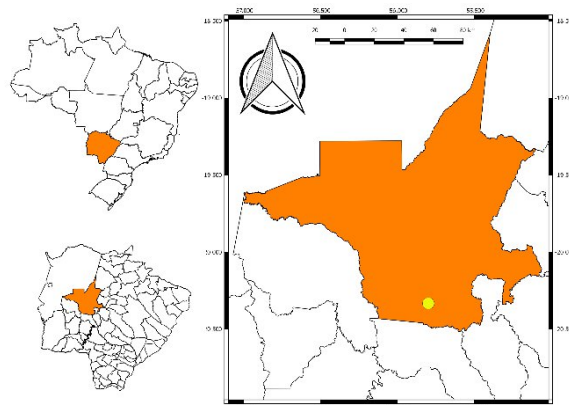


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo em Aquidauana, MS.

A área de plantio misto de Eucalipto abrange 3 ha e oito anos de idade, com os clones I224 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) e clone 1277 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*) sob espaçamento de 2,25 por 4,00 m, os quais foram implantados inicialmente com objetivo de avaliar diferentes sistemas de irrigações (JUNG et al., 2017). Segundo Schiavo et al. (2010), o solo da área é classificado como Argissolo Vermelho distrófico, apresentando na profundidade de 0-0,2 m os seguintes resultados de fertilidade: pH em H₂O = 6,5; H+Al = 2,2 cmolc.dm³; teor de matéria orgânica = 22,0 g.dm³; P = 16,6 g.dm³ e

para K, Ca, Mg e Al os valores foram, respectivamente 0,7; 3,7; 0,9 e 0,0 cmolc.dm³.

Os dados meteorológicos de precipitação pluviométrica, temperatura média do ar e velocidade média do vento (Figura 2), nos meses de outubro e dezembro de 2017, abril e junho de 2018, coincidentes com os meses de coleta de serapilheira acumulada, foram obtidos pela estação meteorológica da UEMS/Aquidauana.

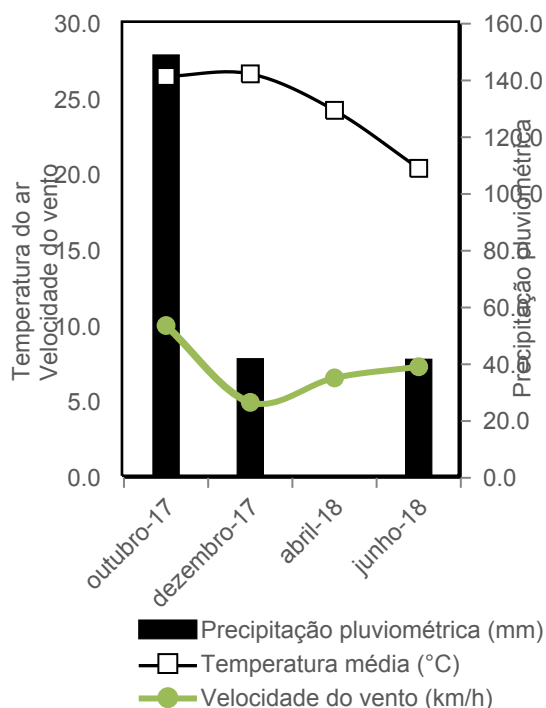


Figura 2. Variáveis meteorológicas do município de Aquidauana: precipitação pluviométrica (mm), temperatura média do ar (°C) e velocidade do vento (km/h) médios, nos meses de outubro e dezembro de 2017 e abril e junho de 2018.

A serapilheira acumulada foi coletada em oito pontos aleatórios em quatro parcelas experimentais de 10 por 20 m (200 m²), totalizando 32 amostras. Foi utilizado um gabarito (Figura III), constituído de policloreto de polivinila (PVC) de 50 por 50 cm (0,25 m²), em distintas épocas do ano, nos meses de outubro e dezembro de 2017 e, abril e junho de 2018.

O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, levado para o laboratório, seco ao ar livre por 48 horas e triado nas seguintes frações: cascas: composta por cascas acumulada no solo e, ou em processo de decomposição, ainda distinguível; folhas: composta por folhas acumuladas, com poucos sinais de decomposição; e por folhas mais velhas, já apresentando sinais de decomposição, porém ainda relativamente inteiras e distinguíveis; galhos: composta pelos galhos com até 2 cm de diâmetro; miscelânea: composta por material de origem animal e/ou vegetal que passou por peneira de 9 mm. Após triagem, o material foi acondicionado em sacos de papel, seco em estufa a 60 ± 5°C até a obtenção do peso constante e, em

seguida pesado em balança analítica para obtenção da massa seca.



Figura 3. Gabarito constituído de policloreto de polivinila (PVC) de 50 por 50 cm (0,25 m²) utilizado na coleta da serapilheira acumulada na região de Aquidauana, MS.

A fitomassa acumulada foi comparada entre os meses do ano supracitados, para cada fração da serapilheira, segundo delineamento inteiramente casualizado (DIC) em quatro parcelas experimentais com oito repetições. O acúmulo de serapilheira por hectare nas parcelas foi estimado através da equação adaptada, citada por Bianchin et al. (2016).

$$A = \frac{\sum (AS \times 10.000)}{AC \times n}$$

Em que: A = acúmulo de serapilheira, em kg ha⁻¹; AS = acúmulo de serapilheira em cada coletor (gabarito), em kg; AC = área do coletor, em m² e n = número de coletas aleatórias dentro das parcelas.

Para a realização da análise estatística, foi verificado se as condicionantes da análise de variância foram atendidas, ou seja, se as variâncias são homogêneas, se os erros são aleatórios, independentes e normalmente distribuídos e que as médias e variâncias não sejam correlacionadas. Quando alguma destas condicionantes não foi satisfeita no conjunto de dados em análise, procedeu-se à transformação dos dados (logaritmo, raiz quadrada, arco-seno). Para os dados que não atenderam tais condicionantes mesmo após transformação, utilizou-se a análise não-paramétrica.

Alguns autores consideram a análise estatística não paramétrica em estudos de produção e acúmulo de serapilheira, pela maioria não se adequar às premissas para a aplicação de técnicas clássicas (paramétricas). Devido a isso, por não se enquadrar em nenhum modelo de delineamento experimental, recorre-se a realização da análise dos dados por meio de testes não paramétricos (DICKOW et al., 2012; MATOS e COSTA, 2012).

Para a realização da análise paramétrica, foi realizada a ANOVA, seguida de teste de Tukey para comparação de médias ($p \leq 0,05$). Na análise não-paramétrica atribuiu-se o Teste de KruskalWallis ($p \leq 0,05$).

Para testar a influência das variáveis meteorológicas (temperatura média, velocidade do vento e precipitação pluviométrica) no acúmulo da fitomassa foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (r), para a análise paramétrica, entre as variáveis e a significância das correlações testada pelo teste t , ao nível de 5% de probabilidade. Já para análise não paramétrica, utilizou-se o coeficiente de Spearman, ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (R Core Team, 2018).

Resultados e Discussão

O acúmulo de fitomassa anual foi 3,9 Mg.ha⁻¹, constituído por 36,2% (1,44 Mg.ha⁻¹) de galhos, 33,8% (1,32 Mg.ha⁻¹) de folhas, 21,2% (0,82 Mg.ha⁻¹) de miscelânea e 8,8% (0,34 Mg.ha⁻¹) de cascas. A maior parte dos trabalhos apresentaram acúmulo de fitomassa superiores ao deste estudo. Santos et al. (2014) obtiveram um total de serapilheira acumulada em dois anos (2011 e 2012)

de 12,7 e 12,0 Mg.ha⁻¹ em povoamento de *Eucalyptussaligna* aos 4 e 5 anos de idade em São Gabriel, RS. Pereira et al. (2015) estimaram 17,9 Mg.ha⁻¹, em um plantio de *Eucalyptus urograndis* de sete anos no município de Alta Floresta, MT. Já a quantidade de serapilheira total acumulada num plantio *Eucalyptus urophylla*, na região sudoeste da BA foi 13,1 Mg.ha⁻¹ (BARBOSA et al., 2017). Para a mesma espécie, Cunha et al. (2013) obtiveram 6,8 Mg.ha⁻¹ de fitomassa acumulada no povoamento com quatro anos e meio. Por outro lado, em Itatinga, SP, Vargas (2017) estimou em plantios de Eucalipto clonais (clones I224 e 1277) um acúmulo anual menor do que deste estudo, com aproximadamente 3,0 e 2,7 Mg.ha⁻¹, respectivamente. O autor sugere que os menores valores de deposição estão associados ao melhoramento genético da espécie, resultando em plantas com mais fuste e menos copa, que consequentemente reduz a quantidade de serapilheira que se acumula sob o solo florestal.

Foram observadas diferenças estatísticas entre serapilheira acumulada total e por frações de serapilheira nas áreas de plantio misto de Eucalipto híbrido nos meses de outubro e dezembro de 2017 e, abril e maio e junho de 2018 (Tabela 1).

Tabela 1. Acúmulo de serapilheira e por frações (Mg. ha⁻¹) em distintos meses do ano em um plantio misto de *EucalyptusGrancam* e *EucalyptusUrograndis* na região de Aquidauana, MS.

Mês/ano	Frações de serapilheira acumulada				Serapilheira total
	Cascas	Folhas	Galhos	Miscelânea	
Out/2017	0,08 a	0,24 a	0,29 a	0,10 a	0,72 a
Dez/2017	0,05 a	0,09 b	0,08 b	0,03 b	0,26 d
Abr/2018	0,02 b	0,14 b	0,12 b	0,13 a	0,41 c
Jun/2018	0,02 b	0,19 a	0,23 a	0,15 a	0,59 b

Valores médios em coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) nas frações folhas e galhos; Valores médios em coluna seguidos da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente pelo teste de KruskalWallis ($p < 0,05$) nas frações cascas, miscelânea e serapilheira total.

No geral, ocorreu o maior acúmulo de folhas na fitomassa em povoamentos de Eucalipto (LIMA et al., 2015; BARBOSA et al., 2017; VARGAS, 2017). Neste estudo, a fração galhos superou o acúmulo da fração folhas e, este fato, embora não associado a espécie, caracteriza-se pela constituição dos materiais, normalmente lenhosos, mais resistentes à decomposição do que as folhas e ramos tenros ainda não lignificados (BARBOSA et al., 2017). Para Brun et al. (2013), em povoamento híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* e Kleinpaulet al. (2005) em *Eucalyptus*ssp, a fração galhos constituiu a maior parte da serapilheira acumulada, justificado pela desrama natural típica do gênero *Eucalyptus*, com acúmulo de aproximadamente 4,5 Mg.ha⁻¹.

Em florestas jovens sob estágio de desenvolvimento intermediário, o dossel não está totalmente fechado e o sombreamento da parte

inferior do fuste das árvores, induz a queda dos galhos havendo maior deposição desta fração, como resposta à diminuição de luminosidade nos estratos inferiores da floresta (BIANCHIN et al., 2016). BARBOSA et al. (2017) encontraram a sequência no acúmulo de frações: folhas>galhos>material amorfo>cascas corroborando com VARGAS (2017) para o clone I224. Já o clone 1277 acumulou mais a fração miscelânea do que galhos e cascas.

O maior acúmulo médio de fitomassa ocorreu no mês de outubro de 2017, período mais quente e úmido corroborando com Pereira et al. (2015) com maior acúmulo de serapilheira no mês de outubro, durante o final do período de seca e início das chuvas para *Eucalyptus urograndis* na região da Amazônia. Este fato associado ao término do período de estiagem do ano (meses de junho a setembro) contribui para o acúmulo, uma vez que,

neste período, a ação dos microorganismos é menor reduzindo a decomposição da fitomassa.

Foi observado maior acúmulo de casca nos meses de outubro e dezembro de 2017 decorrente à fase de transição da estação seca para estação chuvosa. Melo & Resck (2003) comparando a procedência de *Eucalyptus camaldulensis* quanto à queda de serapilheira e o retorno de nutrientes ao solo, no Cerrado, verificaram que a queda anual de casca se concentrou no período chuvoso (meses de novembro e dezembro), relacionada ao déficit hídrico, pois o escoamento de água pelo caule associado ao crescimento da planta, em diâmetro, causa uma deterioração da junção da casca com o caule provocando a queda.

As frações folhas e galhos seguiram comportamento similar ao acúmulo total de serapilheira, com maiores valores em outubro de 2017 e junho de 2018. Barlow et al. (2007) verificaram maior acúmulo da fração folhas em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* aos quatro e cinco anos de idade em épocas de maior precipitação. Em períodos em que se tem menores temperaturas do ar, as espécies entram em estado de dormência, para reduzir a evapotranspiração, sugerindo que o fator temperatura do ar governa as

reações fisiológicas de formação das células densas do lenho tardio. Assim, a queda normalmente acontece de forma gradual e, na medida em que há queda na temperatura, as árvores reduzem o fornecimento de água e nutrientes para as folhas (TROVATI & FERRAZ, 1984).

Na fração miscelânea houve redução da quantidade acumulada no período mais quente e chuvoso do ano (outubro de 2017). O alto grau de fragmentação desta fração pode ser uma fonte de energia mais acessível aos decompositores (LOPES et al., 2009). Ainda, a produção da fração miscelânea, anual ou num determinado período, numa mesma tipologia florestal pode ser muito variável devido a fatores, como a taxa de decomposição ou condições abióticas do local (WOICIECHOWSKI e MARQUES, 2017).

Foram observadas correlações significativas entre as variáveis meteorológicas e serapilheira total acumulada e, pelas frações, folhas, galhos, cascas e miscelânea, na área de plantio misto de Eucalipto híbrido nos meses de outubro e dezembro de 2017 e, abril e maio e junho de 2018 (Tabela 2).

Tabela 2. Correlação entre variáveis meteorológicas e acúmulo total de serapilheira e por diferentes frações (folhas, galhos, cascas e miscelânea), nos meses de outubro e dezembro de 2017 e, abril e maio e junho de 2018 num plantio misto de *Eucalyptus Gracilis* e *Eucalyptus Urograndis* na região de Aquidauana, MS.

Mês/ano	Variável Meteorológica ¹	Frações de serapilheira acumulada				Serapilheira total
		Folhas	Galhos	Cascas	Miscelânea	
Outubro/2017	Tp.M.	0,03	-0,18	-0,37	-0,27	-0,16
	V.V.	0,30	0,16	0,32	0,49*	0,50*
	Ppt.	-0,08	-0,05	0,18	0,29	0,01
Dezembro/2017	Tp.M.	-0,43	-0,70*	-0,48	-0,57*	-0,62*
	V.V.	0,36	-0,04	-0,22	0,01	0,10
	Ppt.	0,75*	0,63*	0,03	0,51	0,31
Abril/2018	Tp.M.	-0,36	0,29	-0,80	0,40	0,20
	V.V.	-0,01	-0,36	-0,40	0,00	-0,60
	Ppt.	0,92	0,22	0,77	0,77	0,77
Junho/2018	Tp.M.	0,30	0,03	-0,10	-0,02	0,17
	V.V.	-0,34	-0,01	-0,53*	-0,42*	-0,43*
	Ppt.	0,05	0,15	0,02	-0,16	-0,04

Correlação entre variáveis meteorológicas e acúmulo total de serapilheira e por diferentes frações (folhas, galhos, cascas e miscelânea), nos meses de outubro e dezembro de 2017 e, abril e maio e junho de 2018 num plantio misto de *Eucalyptus Gracilis* e *Eucalyptus Urograndis* na região de Aquidauana, MS.

No mês de outubro de 2017 verificou-se correlação positiva significativa na fração miscelânea e serapilheira total com a velocidade média do vento, maior neste período. Dickow et al. (2012) observaram, em áreas de Floresta Ombrófila Densa, que a velocidade do vento foi a variável

mais correlacionada com a deposição total de serapilheira, possivelmente ocasionada por desprendimento das folhas pela força mecânica de ventos. Observou-se uma tendência de diminuição da velocidade média do vento, a partir do mês de novembro de 2017 (Figura 2) e, conseqüentemente,

uma redução no acúmulo de serapilheira.

Houve correlação significativa no mês de dezembro de 2017 entre a fração folhas com precipitação pluviométrica; e também fração galhos com temperatura do ar e precipitação; além de miscelânea e serapilheira total com a variável temperatura do ar. Bianchi et al. (2016) observaram a influência negativa da temperatura e precipitação sobre o aporte e estoque da serrapilheira em uma floresta estacional semidecidual na Serra da Concórdia, Valença, RJ nos períodos de 2007 a 2008. Neste estudo, os resultados foram opostos (correlação positiva) corroborando com Barlow et al. (2007) em plantio de *Eucalyptus urophylla* aos quatro e cinco anos de idade, que obtiveram correlação positiva significativa entre a produção de folhas e a precipitação mensal.

No mês de abril de 2018, não foi verificado nenhuma correlação significativa ($p < 0,05$), devido ao início do período de estiagem onde há pouca circulação atmosférica, sem chuvas consideráveis (Figura 2). Em contrapartida, em junho de 2018, foi observado correlação negativa significativa entre a serapilheira total, frações cascas e miscelânea com a velocidade do vento. Sugere-se que, este fato, também está relacionado ao período de estiagem onde as árvores, em estágio de dormência, retomam gradativamente a intensidade de suas atividades metabólicas e fisiológicas nas épocas do ano mais favoráveis (TROVATI & FERRAZ, 1984). Inkotte (2013) correlacionando deposição de serapilheira com as estações do ano, verificou que o aumento da deposição no período de inverno (meses de junho, julho e agosto) está provavelmente relacionado à incidência de ventos fortes os quais tem relevante influência na deposição de serapilheira.

Conclusões

Os maiores acúmulos de serapilheira em um plantio misto de *Eucalyptus Grancam* e *Eucalyptus Urograndis* foram obtidos nos meses de outubro/17 e junho/18 e com acúmulo total de 3,9 Mg ha⁻¹.

As frações de serapilheira acumulada seguiram a ordem: galhos>folhas>miscelânea>cascas; A maior velocidade média do vento apresentou correlação positiva no acúmulo de fitomassa e da fração miscelânea, como também a precipitação pluviométrica teve correlação significativa com a fração galhos e folhas no período de dezembro de 2017. A temperatura média do ar influenciou negativamente o acúmulo total de serapilheira e das frações folhas e miscelânea no mesmo período.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDRADE, A. G. de; TAVARES, S. R. L.; COUTINHO, H. L. C. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 55-63, 2003.

BARBOSA, V.; GARCIA, P. B.; RODRIGUES, E. G.; PAULA, A. Biomassa, Carbono e Nitrogênio na Serapilheira Acumulada de Florestas Plantadas e Nativa. Floresta e Ambiente, [s. l.], v. 24, 2017.

BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; FERREIRA, L. V.; PERES, C. A. Litterfall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. Forest Ecology and Management, v. 247, p. 91-97, 2007.

BIANCHI, M. O.; SCORIZA, R. N.; CORREIA, M. E. F. Influência do clima na dinâmica de serrapilheira em uma floresta estacional semidecidual em Valença, RJ, Brasil. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 97-101, 2016.

BIANCHIN, J. E.; MARQUES, R.; BRITEZ, R. M.; CAPRETZ, R. L. Deposição de Fitomassa em Formações Secundárias na Floresta Atlântica do Paraná. Revista Floresta e Ambiente [online], Seropédica, v. 23, n. 4, p. 524-533, 2016.

BRUN, E. J.; FERRAZ, M. O.; ARAÚJO, E. F. de. Relação entre o acúmulo de serapilheira sobre o solo e variáveis dendrométricas em povoamento híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii*, em Eldorado do Sul/RS. Revista de Ecologia e Nutrição Florestal - ENFLO, Santa Maria - RS, v. 1, n. 1, p. 24-31, jan./abr., 2013.

CORRÊA, R. S. Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus dunnii* estabelecido no Bioma Pampa. 2011. 99 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

CUNHA NETO, F. V.; LELES, P. S. S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H.; ALONSO, J. M. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. Revista Ciência Florestal, v. 23, n. 3, p. 379-387, 2013.

DICKOW, K. M. C.; ABRQUES, R.; PINTO, C. B.; HÖFER, H. Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma floresta subtropical secundária, em Antonina, PR. Revista Cerne, v. 18, n. 1, p. 75-86, 2012.

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. Revista Cerne, v. 20, n. 1, p. 11-20, 2014.

- INKOTTE, J. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes e carbono em plantações de eucalipto e florestas nativas em duas regiões de Santa Catarina. 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013.
- JUNG, L. H.; LOPES, A. S.; OLIVEIRA, G. Q.; OLIVEIRA, J. C. L. de; FANAYA JÚNIOR, E. D.; BRITO, K. R. M. Irrigação no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 2, p. 655-667, 2017.
- KLEINPAUL, I. S.; SCHUMACHER, M. V.; KÖNIG, F. G.; KLEINPAUL, J. J. Acúmulo de serapilheira em povoamentos de pinus e eucaliptos no campus da UFSM. In: 9º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 2003, Nova Prata. Anais... Nova Prata, 2003.
- LIMA, N. L.; NETO, S. M. S.; CALIL, F. N.; SOUZA, K. R. de; MORAES, D. C. de. Acúmulo de serapilheira em quatro tipos de vegetação no estado de Goiás. *Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, Goiânia*, v. 11, n. 22, p. 39, 2015.
- LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; LOBATO, F. A. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARRAES, F. D. D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. *Revista Agro@mbiente*, v. 3, n. 2, p. 72-79, 2009.
- MATOS, B. R. M.; COSTA, A. C. L. Efeito da deficiência hídrica na produção dos componentes da liteira vegetal em floresta tropical nativa na Flona Caxiuanã-Pará. *Revista Biologia Neotropical*, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 24-36, 2012.
- MELO, J. T. de; RESCK, D. V. S. Retorno ao solo de nutrientes de serapilheira de *Eucalyptus camaldulensis* no Cerrado do Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 17 p.
- MELO, V. F.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; FONTES, M. P. F.; COSTA, L. M. da. Balanço nutricional, eficiência de utilização e avaliação da fertilidade do solo em P, K, Ca e Mg em plantios de eucalipto no Rio Grande do Sul. *IPEF*, v. 48/49, p. 8-17, 1995.
- PEREIRA, D. M.; ABRTINS, N. P.; PRADO, P. K. B.; VERÃO, D. S.; BLEICH, M. E. Produção e acúmulo de serapilheira em plantio de *Eucalyptus urograndis* na borda sul da Amazônia. In: Seminário de Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, 3., 2015, Mato Grosso. Anais... Cáceres, 2015.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 15 nov. 2018.
- SANTOS, J. C.; SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; ARAÚJO, E. F.; LOPES, V. G. Nutrientes na serapilheira acumulada em um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith em São Gabriel, RS. *Revista de Ecologia e Nutrição Florestal - ENFLO*, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2014.
- SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, M. G.; MIRANDA, L. P. M.; DIAS NETO, A. H.; FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana-MS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, p. 881-889, 2010.
- TROVATI, L. R.; FERRAZ, E. S. B. Influência da precipitação e da temperatura na densidade dos anéis de crescimento de *Pinus oocarpa*. *IPEF*, n. 26, p. 31-36, abr. 1984.
- VARGAS, G. R. Ciclagem de fitomassa e nutrientes em plantios clonais de eucalipto. 2017. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.
- WOICIECHOWSKI, T.; MARQUES, R. Produção de serapilheira e restituição de nutrientes em florestas secundárias do litoral paranaense. *Revista de Ecologia e Nutrição Florestal - ENFLO*, v. 5, n. 2, p. 53-67, 2017.