



ARTIGO

Influência do clima na dinâmica de serrapilheira em uma floresta estacional semidecidual em Valença, RJ, Brasil

Miriam de Oliveira Bianchi¹, Rafael Nogueira Scoriza^{2*} e Maria Elizabeth Fernandes Correia³

Recebido: 27 de abril de 2015 Recebido após revisão: 18 de abril de 2016 Aceito: 18 de abril de 2016

Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3377>

RESUMO: (Influência do clima na dinâmica de serrapilheira em uma floresta estacional semidecidual em Valença, RJ, Brasil). O entendimento dos fatores que determinam a dinâmica da serrapilheira é de fundamental importância para compreender o desenvolvimento de ecossistemas florestais. Com isso, baseando-se em uma floresta estacional semidecidual, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da precipitação e temperatura sobre o aporte, estoque e decomposição da serrapilheira na Serra da Concórdia, Valença, RJ. Para isso foram realizadas em um remanescente florestal coleta de serrapilheira durante 12 meses, utilizando coletores cônicos suspensos para a serrapilheira aportada e quadrados de 0,25 m² para a estocada sobre o solo. A quantidade de serrapilheira no remanescente florestal é inferior ao encontrado na literatura, com maiores valores ao final da época seca. A influência da temperatura e precipitação sobre o aporte e estoque da serrapilheira é negativa e com efeitos após dois a quatro meses. O conhecimento da relação da serrapilheira com os fatores climáticos auxilia no entendimento e uso da mesma como indicadora em áreas florestais, permitindo avaliar a retomada ou não das funcionalidades ecológicas no ambiente.

Palavras-chave: precipitação, temperatura, aporte, estoque.

ABSTRACT: (Climate influence on litter dynamics in a seasonal semideciduous forest in Valença municipality, Rio de Janeiro state, Brazil). Understanding the factors underlying litter dynamics is of great importance to fully comprehend the development of forest ecosystems. Thus, we aimed to evaluate the influence of precipitation and temperature on litterfall and litter storage and decomposition in a seasonal semideciduous forest in Serra da Concórdia, Valença municipality, Rio de Janeiro state, Brazil. Litter was evaluated throughout 12 months in a forest remnant, using suspended tapered collectors for litterfall and 0.25 m² squares for soil litter stock. The amount of litter found in the remaining forest was lower than that reported in the literature, with higher values at the end of the dry season. Temperature and precipitation negatively influenced litterfall and litter stock, with effects showing after two to four months. Knowing the relationships between litter and climate conditions aids in understanding and using litter as an indicator in forest areas. Thereby, it also enables the evaluation on the possible recovery of ecological functions in a given environment.

Keywords: precipitation, temperature, litterfall, litter stock.

INTRODUÇÃO

Do total de Mata Atlântica original, estima-se que os seus remanescentes representam atualmente apenas 11,7% (Ribeiro *et al.* 2009). Mesmo reduzida e muito fragmentada, apresenta uma importância enorme nos locais onde ocorre, pois regula o fluxo dos mananciais hídricos, assegura a fertilidade do solo, controla o clima e protege escarpas e encostas das serras (Isa 2001). Esta vegetação arbórea adiciona matéria orgânica ao solo, principalmente via deposição de serrapilheira e renovação do sistema radicular, influenciando na ciclagem de nutrientes, além de promover um microclima que favorece o desenvolvimento de diversos organismos (Cunha Neto *et al.* 2013).

O material liberado pelas plantas é composto de folhas, caules, frutos, sementes e flores, o que forma a serrapilheira. Quando este material vegetal é depositado sobre o solo exerce inúmeras funções no equilíbrio e dinâmica dos ecossistemas, compreendendo a camada mais superficial do solo em ambientes florestais (Costa *et al.* 2010). O conhecimento sobre a dinâmica de produção acúmulo

e decomposição da serrapilheira pode contribuir para o entendimento das propriedades ecológicas e dos fatores limitantes no estabelecimento e desenvolvimento de ecossistemas florestais, pois controla a oferta de nutrientes orgânicos e minerais para a própria vegetação (Nunes & Pinto 2012, Godinho *et al.* 2013, Ferreira *et al.* 2014).

A serrapilheira aportada e estocada, além de ser influenciada pela composição de espécies florestais e estágio sucessional, sofre efeitos de outros fatores (Vidal *et al.* 2007). Elementos climáticos, especialmente temperatura e precipitação, são um dos principais reguladores da variação no aporte de serrapilheira e na velocidade de degradação deste material sobre o solo (Murovhi *et al.* 2012, Nunes & Pinto 2012, Ferreira *et al.* 2014, Zhang *et al.* 2014). Como as Florestas Estacionais Semidecíduais, apresentam dupla estacionalidade climática com intensas chuvas de verão seguida por estiagens acentuadas no inverno (IBGE 2012), o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da precipitação e temperatura sobre o aporte, estoque e decomposição da serrapilheira em um fragmento florestal da Serra da Concórdia, Rio de Janeiro.

1. Bióloga, Dra. em Agronomia (Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.

2. Biólogo, Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.

3. Bióloga, Dra. em Agronomia (Ciência do Solo). Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, Brasil.

* Autor para contato. E-mail: rafaelscoriza@gmail.com

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre as coordenadas geográficas 22°22'22" de latitude sul e 43°47'23" de longitude oeste, na Fazenda Santo Antônio da Aliança, localizada na Serra da Concórdia, entre os municípios de Valença e Barra do Piraí (RJ) e altitude de 650 m. O solo predominante neste local é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo álico, A moderado com textura argilosa (INEA 2009). Segundo dados da estação meteorológica localizada no local de estudo (Fig. 1), o clima da região é Cwa, segundo a classificação de Köppen, com precipitação anual de 1.225 mm (média dos últimos dez anos), temperatura média das máximas de 30 °C.

O remanescente florestal avaliado tem 30 ha e possuía no período do estudo 80 anos de regeneração após a perda da cobertura original por atividades agrícolas, pecuária e ocupação humana, se tornando uma formação secundária com baixa diversidade vegetal. Caracterizado como uma Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio a avançado de regeneração, a família Leguminosae é a mais representativa entre as arbóreas, principalmente pelas espécies *Anadenanthera colubria* (Vell.) Brenan e *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Possui estratificação do dossel pouco definida, dificultando estabelecer o número e altura dos estratos.

Neste local foram realizadas amostragens mensais de serrapilheira aportada e estocada, de novembro de 2007 a outubro de 2008. O aporte foi avaliado com o auxílio de quatro coletores circulares (0,28 m²), instalados de forma aleatória na área. A serrapilheira acumulada na superfície foi coletada com quadrado metálico de 0,25 m² (0,50 x 0,50 m). O material coletado foi triado nas frações folhas, ramos e outros (material fino de difícil identificação), seco em estufa a 65 °C até peso constante, e pesados em balança com duas casas decimais.

A produção e estoque de serrapilheira foram representados através de transformações dos pesos secos de cada fração (gramas) em relação à área do coletor (m²) para Mg ha⁻¹. O coeficiente de decomposição (K) da serrapilheira e suas frações foi avaliada de forma indireta, por meio da relação entre o aporte mensal e o estoque mensal de serrapilheira (Olson 1963).

Para a análise de variância dos dados mensais foi realizada avaliação da homogeneidade dos erros pelo teste

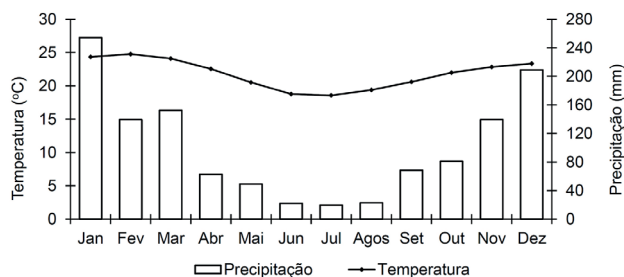


Figura 1. Temperatura e precipitação média mensal na região de preservação do Santuário de Vida Silvestre Valença, RJ (média dos dez últimos anos).

de Cochran e da normalidade pelo teste de Lilliefors. Posteriormente, os dados paramétricos foram submetidos ao teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade. A influência dos fatores climáticos (temperatura e precipitação) sobre a serrapilheira foi avaliada pela correlação de Pearson, a 5%. Para isso foram contrastadas as variáveis do mesmo mês e com meses anteriores (até quatro meses), considerando que há um ciclo anual para estes parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aporte de serrapilheira no fragmento florestal estudado foi 4,7 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, e o estoque médio anual foi 5,6 Mg ha⁻¹. Os valores de aporte estão abaixo dos encontrados na literatura para esta tipologia florestal, que variam de 5,1 a 11,7 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ (Werneck *et al.* 2001, Pezzato & Wisniewski 2006, Godinho *et al.* 2013, Vogel *et al.* 2014). O mesmo ocorre para o estoque de serrapilheira, variando de 6,0 a 9,4 Mg ha⁻¹ (Vital *et al.* 2004; Sperandio *et al.* 2012, Caldeira *et al.* 2013).

Ocorreu sazonalidade na quantidade aportada e estocada de serrapilheira, tendo a análise mensal do aporte serrapilheira mostrado maiores quantidades em novembro de 2007 e outubro de 2008. Para o estoque, as maiores quantidades foram encontradas em novembro de 2007 e de junho a outubro de 2008 (Fig. 2).

Os maiores valores de aporte e estoque de serrapilheira estão concentrados no final da época seca e início da chuvosa (Fig. 1), período de retomada do crescimento vegetal, onde há renovação de suas copas, depositando grandes quantidades de folhas (Vogel *et al.* 2014, Ferreira *et al.* 2014). Resultados semelhantes para aporte foram observados por Godinho *et al.* (2013) que verificaram maiores aportes no mesmo período deste estudo. Em relação à serrapilheira no solo, Caldeira *et al.* (2013), também encontrou maiores quantidades no final da

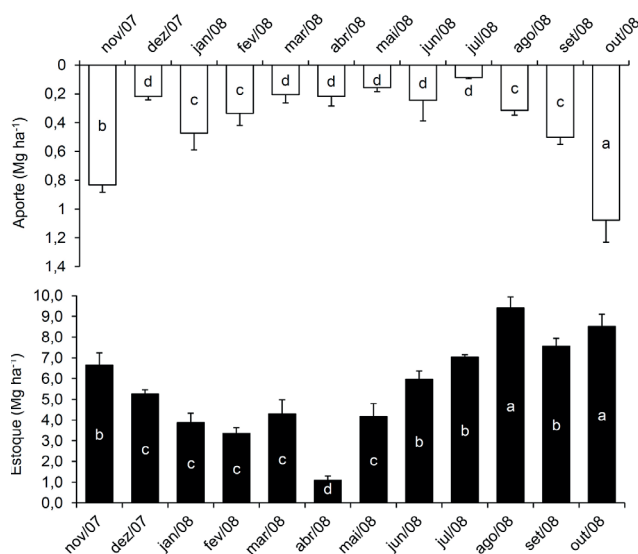


Figura 2. Aporte e estoque de serrapilheira em fragmento de floresta estacional semidecidual em Valença (RJ), de novembro de 2007 a outubro de 2008.

época seca (9,4 Mg ha⁻¹) e menores ao final da chuvosa (7,0 Mg ha⁻¹).

Neste trabalho não foi verificada correlação significativa entre o aporte e o estoque total de serrapilheira no mesmo mês. Quando se considera apenas a fração folhas, a correlação passa a ser significativa ($r = 0,69$; $p < 0,01$), e maior quando se considera a correlação do estoque de folhas com o aporte de folhas que ocorreu um mês antes ($r = 0,89$; $p < 0,01$). Estes resultados demonstram que não se pode prever diretamente o estoque por meio do aporte, pois deve-se levar em consideração outros fatores como a taxa de decomposição, a variação climática e seus efeitos sobre a vegetação.

Ao longo do período de estudo, a taxa de decomposição (K) mostrou-se constante, embora as frações tenham apresentado sazonalidade de aporte e estoque. A única exceção é encontrada em abril de 2008 para a serrapilheira total (Tab. 1), quando aumenta significativamente.

A ausência de diferenças na taxa de decomposição entre os meses é um indicativo do equilíbrio entre a entrada de material via aporte e a saída via decomposição. Segundo autores (Manzoni *et al.* 2012, Silva *et al.* 2013, Ferreira *et al.* 2014), neste equilíbrio os fatores climáticos (principalmente a ocorrência de chuvas) atuam na velocidade da degradação promovida pela microbiota. Outras características da serrapilheira a serem consideradas são a recalcitrância química e a acessibilidade física a compostos carbônicos. Outra consideração diz a respeito ao grau de degradação do remanescente florestal, pois segundo Nunes & Pinto (2012) sistemas florestais mais conservados e com maior estabilidade climática conservam uma maior umidade atmosférica e temperaturas mais baixas, tornando-se ambientes mais propícios à proliferação de organismos decompositores, aumentando a taxa de decomposição. Esta afirmativa é corroborada pelas baixas quantidades aportadas e estocadas, como discutido anteriormente.

Com relação às frações, o aporte de folhas e ramos

representou 96,4% de toda a serrapilheira aportada. De fato, espera-se que folhas e galhos finos sejam as frações mais representativas da serrapilheira aportada, como encontrado por Vieira *et al.* (2010) e Godinho *et al.* (2013). No entanto, quando se trata da serrapilheira estocada, percebe-se uma expressiva contribuição da fração ramos (58,9 %) e outros (39,3 %), o que pode ser explicado pela menor taxa de decomposição, comparada com a fração folhas (5,8 %). A fração ramos trata-se de materiais mais lignificados, cujos componentes de fácil decomposição já foram consumidos. A fração outros são materiais em processo mais avançado de decomposição, que se acumulam ao longo dos meses no solo florestal.

Em relação à influência das variáveis climáticas sobre a serrapilheira, Pezzato & Wisniewski (2006) mostraram correlações variando de fracas a moderadas. Analisando a relação entre precipitação e temperatura com o aporte de serrapilheira, Barbosa & Faria (2006) encontraram valores de correlação baixos em um fragmento florestal em estágio avançado de sucessão (0,17; 0,22) e maiores para um intermediário (0,48; 0,43), respectivamente. Santos & Takaki (2005) avaliando a fenologia de uma espécie arbórea de floresta estacional semidecidual encontraram relações do comportamento de liberações das folhas com a precipitação e a temperatura e concluíram que estas estavam relacionadas com fatores climáticos anteriores ao evento. Assim pode ocorrer atraso de cerca de dois meses para a resposta da vegetação ao estresse hídrico (Arato *et al.* 2003). Com isso avaliou-se a correlação do aporte, estoque e coeficiente de decomposição de serrapilheira com a temperatura e precipitação no mesmo mês e de meses anteriores (Tab. 2).

Confirmando o proposto pelos autores citados, no fragmento estudado foi constatado que a temperatura e a precipitação não influenciaram imediatamente a dinâmica da serrapilheira, mas apresentaram efeitos mais significativos alguns meses depois. Destaca-se ainda que as correlações obtidas são negativas, indicando menor

Tabela 1. Aporte, estoque e taxa de decomposição das frações da serrapilheira em fragmento de floresta estacional semidecidual em Valença, RJ, durante o período de estudo.

Mês	Aporte		Estoque			K		
	Folhas	Galhos	Folhas	Galhos	Outros	Folhas	Galhos	Total
	Mg ha ⁻¹							
nov/07	0,51 a	0,29 b	0,75 a	3,03 c	2,83 a	1,22 a	0,10 a	0,13 b
dez/07	0,17 c	0,04 c	0,55 a	2,52 c	2,13 a	0,37 a	0,02 a	0,04 b
jan/08	0,24 c	0,19 c	0,35 b	2,01 c	1,44 b	0,69 a	0,09 a	0,13 b
fev/08	0,17 c	0,14 c	0,24 b	2,10 c	0,92 b	0,70 a	0,06 a	0,10 b
mar/08	0,14 d	0,05 c	0,17 b	2,40 c	1,65 b	1,29 a	0,03 a	0,06 b
abr/08	0,11 d	0,09 c	0,09 b	0,63 d	0,35 b	3,16 a	0,20 a	0,27 a
mai/08	0,09 d	0,07 c	0,17 b	3,00 c	0,94 b	1,22 a	0,03 a	0,04 b
jun/08	0,07 d	0,17 c	0,25 b	3,23 c	2,46 a	0,29 a	0,05 a	0,04 b
jul/08	0,06 d	0,03 c	0,25 b	4,60 b	2,15 a	0,78 a	0,01 a	0,01 b
ago/08	0,21 c	0,10 c	0,20 b	5,92 a	3,21 a	1,20 a	0,02 a	0,03 b
set/08	0,36 b	0,14 c	0,38 b	4,19 b	2,91 a	1,70 a	0,03 a	0,07 b
out/08	0,57 a	0,49 a	0,41 b	5,92 a	3,21 a	1,45 a	0,09 a	0,13 b

Letras iguais não diferem na coluna segundo o teste Scott-Knott a 5%.

Tabela 2. Correlação entre aporte, estoque e taxa de decomposição da serrapilheira com a temperatura e precipitação ocorridos no mesmo mês e em meses anteriores em fragmento de floresta estacional semidecidual em Valença, RJ.

Correlação Pearson	Aporte		Estoque		K	
	Temp.	Prec.	Temp.	Prec.	Temp.	Prec.
	Folhas					
Mesmo mês	0,22	0,19	0,22	0,44	0,33	0,09
1 mês antes	-0,18	-0,12	-0,11	-0,06	0,09	0,10
2 meses antes	-0,59*	-0,42	-0,45	-0,39	-0,24	-0,13
3 meses antes	-0,85*	-0,66*	-0,71*	-0,69*	-0,49	-0,07
4 meses antes	-0,85*	-0,72*	-0,83*	-0,75*	-0,54	-0,36
	Ramos					
Mesmo mês	0,13	0,06	-0,59*	-0,48	0,52	0,40
1 mês antes	-0,13	-0,05	-0,84*	-0,72*	0,49	0,52
2 meses antes	-0,40	-0,36	-0,85*	-0,71*	0,29	0,09
3 meses antes	-0,58*	-0,46	-0,58*	-0,71*	-0,03	0,23
4 meses antes	-0,61*	-0,52	-0,16	-0,38	-0,41	-0,13
	Outros					
Mesmo mês			-0,43	-0,22		
1 mês antes			-0,76*	-0,66*		
2 meses antes			-0,90*	-0,77*		
3 meses antes			-0,79*	-0,79*		
4 meses antes			-0,44	-0,68*		
	Total					
Mesmo mês	0,22	0,17	-0,55	-0,36	0,60*	0,35
1 mês antes	-0,14	-0,06	-0,86*	-0,73*	0,58	0,61*
2 meses antes	-0,50	-0,38	-0,92*	-0,77*	0,37	0,25
3 meses antes	-0,75*	-0,58*	-0,71*	-0,81*	0,05	0,35
4 meses antes	-0,78*	-0,65*	-0,30	-0,55	-0,32	0,01

aporte e estoque de serrapilheira e seus componentes com incrementos na temperatura e precipitação.

A temperatura influenciou significativamente no aporte de serrapilheira após três meses. O estoque apresentou variações entre as frações, sendo as maiores correlações encontradas após dois meses. Apenas o coeficiente de decomposição apresenta efeitos no mesmo mês.

A precipitação também apresentou relações negativas com a serrapilheira. Com exceção da fração ramos, o aporte mostrou respostas de três a quatro meses após, período semelhante ao observado para serrapilheira estocada total e suas frações. Já a decomposição apresentou relações positivas um mês após o evento de precipitação (Tab. 2).

Por se tratar de um processo complexo relacionado à atividade de uma série de hormônios (Kerbauv 2008), o atraso do aporte em relação à atuação dos fatores climáticos, pode ser relacionado à resposta fisiológica das plantas ao estresse, o que é afirmado por Arato *et al.* (2003). Já a correlação positiva, dos fatores climáticos avaliados, com a decomposição pode ser vinculada à atuação dos organismos do solo na decomposição da serrapilheira, acelerando o processo de decomposição da matéria orgânica (Menezes *et al.* 2010). Este processo também explica parcialmente a correlação inversa com o estoque de serrapilheira, pois reduz sua quantidade sobre o solo.

CONCLUSÕES

A dinâmica da serrapilheira no ambiente florestal através do aporte, deposição e decomposição, mostram-se fortemente influenciados pela precipitação e temperatura. Esta relação se dá em processos, ou seja, a liberação de estruturas da planta (aporte) e a estimulação dos decompositores do material sobre o solo (estoque e decomposição). Por estes motivos, a resposta aos eventos climáticos se dá após dois a quatro meses. Este conhecimento da relação da serrapilheira, com os fatores climáticos, pode auxiliar no uso da serrapilheira como indicador ambiental em ambientes florestais, pois permite avaliar o grau de conservação de fragmentos ou florestas plantadas e sua funcionalidade ecológica.

REFERÊNCIAS

- ARATO, H. D., MARTINS, S. V. & FERRARI, S. H. S. 2003. Produção e decomposição da serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa - MG. *Revista Árvore*, 27(5): 715-721.
- BARBOSA, J. H. C. & FARIA, S. M. 2006. Aporte de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 57(3): 461-476.
- CALDEIRA, M. V., SILVA, R. D., KUNZ, S. H., ZORZANELLI, J. P. F., CASTRO, K. C. & GODINHO, T. O. 2013. Biomassa e nutrientes da serrapilheira em diferentes coberturas florestais. *Comunicata Scientiae*, 4(2): 111-119.
- COSTA, C. C. A., CAMACHO, R. G. V., MACEDO, I. D. & SILVA, P. C. M. 2010. Análise comparativa da produção de serrapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açú - RN. *Revista Árvore*, 34(2): 259-265.
- CUNHA NETO, F. V., LELES, P. S. S., PEREIRA, M. G., BELLUMATH, V. G. H. & ALONSO, J. M. 2013. Acúmulo e decomposição da serrapilheira em quatro formações florestais. *Ciência Florestal*, 23(3): 379-387.
- FERREIRA, M. L., SILVA, J. L., PEREIRA, E. E. & LAMANO-FERREIRA, A. P. N. 2014. Litter fall production and decomposition in a fragment of secondary atlantic forest of São Paulo, SP, southeastern Brazil. *Revista Árvore*, 38(4): 591-600.
- GODINHO, T. O., CALDEIRA, M. V. W., CALIMAN, J. P., PREZOTTI, L. C., WATZLAWICK, L. F., AZEVEDO, H. C. A. & ROCHA, J. H. T. 2013. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serrapilheira depositada em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, ES. *Scientia Forestalis*, 41(97): 131-144.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. 2ª Edição revisada e Ampliada. Rio de Janeiro: IBGE. 271p.
- INEA - Instituto Estadual do Ambiente. 2002. Parque Estadual da Serra da Concórdia. Decreto 32.577, de 30 de dezembro de 2002. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/unidades/ppesc.asp>. Acesso em 20 nov. 2009.
- ISA - Instituto Sócio Ambiental. 2001. *Dossiê Mata Atlântica: Projeto Monitoramento Participativo da Mata Atlântica*. Brasília: Ispis. 409 p.
- MANZONI, S., PIÑEIRO, G., JACKSON, R., JOBBÁGY, E., KIM, J. & PORPORATO, A. 2012. Analytical models of soil and litter decomposition: Solutions for mass loss and time-dependent decay rates. *Soil Biology & Biochemistry*, 50: 66-76.
- MENEZES, C. E. G., PEREIRA, M. G., CORREIA, M. E. F., ANJOS, L. H. C., PAULA, R. R. & SOUZA, M. E. 2010. Aporte e decomposição da serrapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. *Ciência Florestal*, 20(3): 439-452.

- MUROVHI, N. R., MATERECHERA, S. A. & MULUGETA, S. D. 2012. Seasonal changes in litter fall and its quality from three sub-tropical fruit tree species at Nelspruit, South Africa. *Agroforest System*, 86: 61-71.
- NUNES, F. P. & PINTO, M. T. C. 2012. Decomposição do folheto em reflorestamento ciliar na bacia hidrográfica do rio São Francisco, Minas Gerais. *Cerne*, 18(3): 423-431.
- OLSON, J. S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 44(2): 322-331.
- PEZZATO, A. W. & WISNIEWSKI, C. 2006. Produção de serrapilheira em diferentes seres sucessoriais da floresta estacional semidecidual no oeste do Paraná. *Floresta*, 36(1): 111-120.
- RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J. & HIROTA, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142: 1141-1153.
- SANTOS, D. L. & TAKAKI, M. 2005. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 19(3): 625-632.
- SILVA, A. G., GONÇALVES, M. A. M. & REIS, E. F. 2013. Decomposição e teor de nutrientes da serrapilheira foliar em um fragmento de Floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo. *Ecologia e Nutrição Florestal*, 1(2): 63-71.
- SPERANDIO, H. V., CECÍLIO, R. A., SILVA, V. H., LEAL, G. F., BRINATE, I. B. & CALDEIRA, M. V. W. 2012. Emprego da serrapilheira acumulada na avaliação de sistemas de restauração florestal em Alegres. *Floresta e Ambiente*, 19(4): 460-467.
- VIDAL, M. M., PIVELLO, V. R., MEIRELLES, S. T. & METZGER, J. P. 2007. Produção de serrapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(3): 521-532.
- VIERA, M., CALDATO, S. L., ROSA, S. F., KANIESKI, M. R., ARALDI, D. B., SANTOS, S. R. & SCHUMACHER, M. V. 2010. Nutrientes na serrapilheira em um fragmento de floresta estacional decidual, Itaara, RS. *Ciência Florestal*, 20(4): 611-619.
- VITAL, A. R. T., GUERRINI, I. A., FRANKEN, W. K. & FONSECA, R. C. B. 2004. Produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. *Revista Árvore*, 28(6): 793-800.
- VOGEL, H. L. M., LORENTZ, L. H. & OLIVEIRA, F. P. 2014. Serrapilheira produzida em um fragmento de uma Floresta Estacional Subtropical no estado do Rio Grande do Sul. *Ecologia e Nutrição Florestal*, 2(3): 84-92.
- WERNECK, M. S., PEDRALLI, G. & GIESEKE, L. F. 2001. Produção de serrapilheira em três trechos de uma floresta semidecidual com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, 24(2): 195-198.
- ZHANG, H., YUAN, W., DONG, W. & LIU, S. 2014. Seasonal patterns of litterfall in forest ecosystem worldwide. *Ecological Complexity*, 20: 240-247.