

# Aporte de serapilheira em reflorestamento misto

## *Contribution of litter in mixed reforestation*

Milton Marques **FERNANDES**<sup>1,2</sup>; Thalita Rocha **SILVA**<sup>1</sup>; Robério Anastácio **FERREIRA**<sup>1</sup>; Alexandre **SIQUEIRA PINTO**<sup>1</sup>; Juliana Silva **MAGALHÃES**<sup>1</sup> & Ícaro Bruno Andrade **SOUZA**<sup>1</sup>

### RESUMO

Ações de monitoramento são necessárias para a avaliação de indicadores que revelem a evolução da restauração ecológica. O aporte da serapilheira pode ser indicador da sustentabilidade de uma floresta plantada ou reflorestamento misto com espécies nativas. Este trabalho visou avaliar a funcionalidade de um reflorestamento em Laranjeiras (SE) utilizando o aporte de serapilheira como indicador. Realizou-se o reflorestamento em novembro de 2005, com 31 espécies florestais nativas. O aporte de serapilheira foi coletado mensalmente, de setembro de 2014 a agosto de 2015. Analisaram-se quimicamente nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), transformados para conteúdo de nutrientes (kg ha ano<sup>-1</sup>). O aporte anual de serapilheira foi estimado em 3,85 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com média mensal de 0,33 Mg ha<sup>-1</sup>. O baixo aporte de serapilheira pode advir do maior espaçamento e pelo fato de 26 das 31 espécies usadas para plantio serem secundárias tardias ou clímax, produzindo menos serapilheira. O aporte de serapilheira apresentou padrão sazonal (aumento da produção no início da estação seca e redução na estação chuvosa). O aporte anual de nutrientes, via serapilheira, foi: nitrogênio (N) > potássio (K) > fósforo (P). O padrão de aporte de serapilheira no reflorestamento misto está funcionalmente semelhante ao de ecossistemas florestais naturais de florestas estacionais semidecíduais.

**Palavras-chave:** floresta estacional semidecidual; material decíduo; Sergipe.

### ABSTRACT

Monitoring actions are necessary for the evaluation of indicators that reveal the evolution of ecological restoration. The contribution of litter can be indicative of the sustainability of a planted forest or mixed reforestation with native species. This work aimed to evaluate the functionality of a reforestation in Laranjeiras, SE, using the contribution of litter as indicator. Reforestation was carried out in November 2005, using 31 native forest species. The contribution of litter was collected monthly, from September 2014 to August 2015. It was analyzed chemically (nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K), transformed to nutrient content (kg ha ha<sup>-1</sup>). The annual contribution of litter was estimated at 3.85 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, with a monthly average of 0.33 Mg ha<sup>-1</sup>. The low contribution of litter may be due to the greater spacing and to 26 of the 31 species used for planting that are late secondary or climax, producing less litter. The contribution of litter presented a seasonal pattern (increased production at the beginning of the dry season and reduction in the rainy season). The annual contribution of nutrients, via litter, was: nitrogen (N) > potassium (K) > phosphorus (P). The litter contribution pattern in mixed reforestation is functionally similar to that of natural forest ecosystems of semideciduous seasonal forests.

**Keywords:** deciduous material; semideciduous seasonal forest; Sergipe.

Recebido em: 29 jan. 2018

Aceito em: 16 out. 2018

<sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil.

<sup>2</sup> Autor para correspondência: miltonmf@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas promovem danos irreparáveis aos ecossistemas brasileiros, especialmente à mata atlântica, que é um dos biomas mais ameaçados do mundo. De forma geral, o que ainda resta de mata atlântica encontra-se em fragmentos situados em áreas de difícil acesso ou são capoeiras em estádios iniciais (XAVIER *et al.*, 2011). No estado de Sergipe, em 2017, resta em torno de 11,2% da mata atlântica original, que representa aproximadamente um terço da área do estado e que está sob constante pressão antrópica (FERREIRA *et al.*, 2011; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2017).

A restauração ecológica com plantio misto de espécies nativas pretende, conforme definição da Society for Ecological Restoration (SER, 2004), manejar a recuperação dos processos autogênicos ao ponto em que a assistência do restaurador não seja mais necessária, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos.

Durante o processo de restauração ecológica, independentemente da metodologia utilizada, são necessárias ações de monitoramentos periódicos para avaliação de indicadores ou variáveis que revelem a evolução da restauração, sendo possível, com base em tais resultados, analisar se o desenvolvimento do processo de restauração está seguindo uma trajetória planejada ou se é preciso readequá-lo (MARTINS *et al.*, 2018).

A implantação de um projeto de restauração ecológica, por mais bem planejado e executado que seja, não garante que determinada área terá uma cobertura florestal autorregenerante e que desempenhará as funções ecológicas esperadas (MARTINS, 2009). Assim, é imprescindível realizar a avaliação e o monitoramento da área reflorestada em espaços regulares de tempo, a fim de evitar a ocorrência de imprevistos que prejudiquem a restauração almejada para determinada área. Diante disso, a grande relevância da conservação do bioma em apreço tem levado à necessidade de se conhecer seus processos ecológicos (MARTINS, 2009).

A serapilheira compreende a camada mais superficial do solo em ambientes florestais e é composta por folhas, ramos, órgãos reprodutivos e detritos. Seu aporte exerce inúmeras funções nos processos ecológicos, equilíbrio e dinâmica dos ecossistemas (COSTA *et al.*, 2010). Em florestas estacionais semidecíduais bem preservadas, a dinâmica da serapilheira ocorre com maior deposição de serapilheira nos períodos de menor precipitação, havendo uma correlação alta entre precipitação e aporte de serapilheira (TOSCAN *et al.*, 2017).

Portanto, o aporte da serapilheira é um serviço ecossistêmico e pode ser indicador da sustentabilidade de uma floresta plantada ou reflorestamento misto com espécies nativas (SANTANA & SOUTO, 2011). Sendo um fator essencial na manutenção dos nutrientes no ecossistema, o processo de aporte de serapilheira, incluindo as taxas anuais de aporte do material decíduo, deve ser mais estudado e conhecido, principalmente nas condições dos trópicos, onde há o predomínio de solos com baixa fertilidade natural (SANTANA & SOUTO, 2011).

Em função do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a funcionalidade de um reflorestamento misto no município de Laranjeiras (SE) utilizando o aporte de serapilheira como indicador.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Laranjeiras (SE), tem aproximadamente 46 ha, está situada nas coordenadas 10°47'59"S e 37°09'58"W e pertence à empresa Votorantim Cimentos S.A. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, megatérmico seco e subúmido, com uma temperatura anual de 25,2°C e uma precipitação média anual de 1.279,3 mm, com período chuvoso entre os meses de março e agosto. A vegetação predominante da região é caracterizada como floresta estacional semidecidual, conforme a classificação da vegetação

brasileira (IBGE, 2012). O solo da área foi classificado como chernossolo háplico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2013).

O reflorestamento aconteceu em novembro de 2005, utilizando-se 31 espécies florestais nativas, as quais foram selecionadas com base em informações sobre a vegetação em remanescentes próximos à área. As espécies foram: angíco (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), amescla (*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand), araticum (*Annona cacans* Warm.), aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), barriguda (*Ceiba glaziovii* (Kuntze) K. Schum.), biriba (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill), cajá (*Spondias mombin* L.), canafístula (*Cassia grandis* L.f.), camboatá (*Cupania revoluta* (Turcz) Vidal), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore), embaúba (*Cecropia pachystachya* Trécul), jenipapo (*Genipa americana* L.), guaçatonga (*Casearia sylvestris* Sw.), falso ingá (*Lonchocarpus sericeus* (Poir.) DC), ingá (*Inga vera* Willd.), ingazinho (*Inga laurina* (Sw.) Willd), ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolia* (Vahl) S. O. Grose), ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Matos), jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), maria-preta (*Vitex polygama* Cham.), mau-vizinho (*Machaerium aculeatum* Raddi), mulungu (*Erythrina verna* Vell.), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), pau-de-leite (*Himatanthus obovatus* (Mull. Arg) Woodson), pau-ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz), pau-pombo (*Tapirira guianensis* Aubl.), pindaíba (*Xylopia brasiliensis* Spreng), sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong).

O plantio foi realizado por meio de mudas, empregando-se o modelo de sucessão ecológica conforme Andrade *et al.* (2018), em esquema de quincôncio, alternando-se espécies de crescimento rápido com espécies de crescimento lento, de acordo com Andrade *et al.* (2018), em espaçamento de 3 x 3 m.

#### Aporte de serapilheira e quantificação de N, P e K

Alocaram-se no reflorestamento, por intermédio de uma amostragem sistemática de área fixa, 30 parcelas de 20 x 30 m (600 m<sup>2</sup>) equidistantes 126 m entre si para a análise dos indivíduos arbóreos (figura 1). No centro de cada parcela, colocou-se um coletor quadrado com 1,0 m<sup>2</sup> de área, disposto a 0,5 m acima da superfície do solo. Instalaram-se os coletores no mês de setembro de 2014, e a coleta do material aportado foi realizada mensalmente até o mês de agosto de 2015.



**Figura 1** – Localização das parcelas na área de estudo, município de Laranjeiras (SE).

Estimou-se a produção de serapilheira segundo Lopes *et al.* (2002). Em seguida, o material coletado foi separado em frações (folhas, galhos < 2 cm de diâmetro, sementes, flores, casca e miscelânea, correspondendo a fragmentos < 2 mm de diâmetro não identificáveis) e, na sequência, seco em estufa a 65°C e pesado. Uma subamostra com todas as frações da serapilheira foi moída em moinho tipo Willey para a análise química, a qual foi feita por meio de digestão sulfúrica (TEDESCO *et al.*, 1985), em que se determinaram nitrogênio (N), pelo método de destilação de arraste a vapor (BREMNER, 1960); fósforo (P), por colorimetria; e potássio (K), por fotometria de chama. Todos os resultados foram transformados para conteúdo de nutrientes (Kg ha ano<sup>-1</sup>).

Obeve-se a precipitação mensal na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a 15 km da área de estudo, situada na cidade de Aracaju (SE). Posteriormente, efetuou-se correlação de Pearson (r) entre a precipitação e o aporte mensal de serapilheira.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aporte anual de serapilheira verificado foi estimado em 3,85 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com uma média mensal de 0,33 Mg ha<sup>-1</sup>. Tal valor é menor se comparado a estudos realizados para essa tipologia florestal, incluindo áreas reflorestadas no estado de Sergipe, cuja amplitude ficou entre 4,7 e 9,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (tabela 1).

**Tabela 1** – Aporte anual de serapilheira em áreas de mata atlântica e reflorestamento.

<b>Autores</b>	<b>Localidade</b>	<b>Aporte anual de serapilheira</b>
Machado <i>et al.</i> (2008)	Área de recomposição florestal em Conceição de Macabu (RJ)	5,8 Mg ha <sup>-1</sup>
Pimenta <i>et al.</i> (2011)	Reflorestamento no Parque Estadual Mata dos Godoy (PR)	5,3 Mg ha <sup>-1</sup>
White <i>et al.</i> (2013)	PARNA Serra de Itabaiana (SE)	8,6 Mg ha <sup>-1</sup>
Scoriza & Piña-Rodrigues (2014)	Floresta estacional em Sorocaba (SP)	6,9±0,4 Mg ha <sup>-1</sup>
Freitas <i>et al.</i> (2015)	Floresta ombrófila densa montana em Mimoso do Sul (ES)	9,0 Mg ha <sup>-1</sup>
Bianchi <i>et al.</i> (2016)	Floresta estacional semidecidual em Valença (RJ)	4,7 Mg ha <sup>-1</sup>
Villa <i>et al.</i> (2016)	Área de recomposição florestal em Seropédica (RJ)	5,4 Mg ha <sup>-1</sup>
O presente estudo (2015)	Reflorestamento misto em Laranjeiras (SE)	3,9 Mg ha <sup>-1</sup>

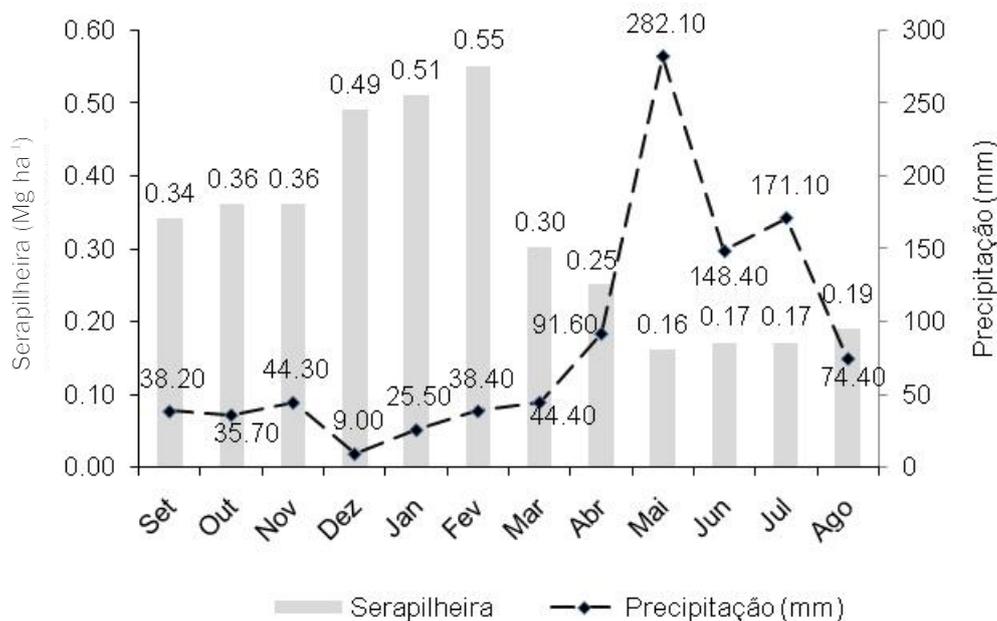
De acordo com Villa *et al.* (2016), o aporte de serapilheira anual varia em resposta a diferentes espaçamentos em área reflorestada, pois, ao estudar áreas em estágio inicial de sucessão, os autores observaram que locais com menor espaçamento (1x1 m) apresentaram maior aporte de serapilheira (7,48 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) em comparação com áreas com maior espaçamento (3x2 m; 5,41 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Tal fato pode explicar o baixo aporte de serapilheira observado no presente estudo, o qual utilizou 3x3 m de espaçamento. Áreas mais adensadas promovem maior queda natural de folhas e galhos (MACHADO *et al.*, 2008; VILLA *et al.*, 2016).

Em relação ao efeito do estágio sucessional no aporte de serapilheira, Ferreira *et al.* (2009) notaram, em um reflorestamento misto, que as espécies pioneiras geralmente aportam maior quantidade de serapilheira que as secundárias. Da mesma forma, Godinho *et al.* (2014) observaram, em floresta com estágio avançado de sucessão, ou seja, com maior proporção de espécies

secundárias e tardias, que o aporte de serapilheira foi menor quando comparado com outras áreas em estádios iniciais de sucessão. No presente estudo, 26 das 31 espécies utilizadas para plantio foram classificadas como espécies secundárias tardias ou clímax. Nesse sentido, o uso de maior proporção de espécies pioneiras, com menor espaçamento no reflorestamento da área de estudo, é recomendado, visando, em pouco tempo, a um maior aporte de serapilheira e um maior avanço no processo de sucessão ecológica.

Entretanto a relação entre estágio sucessional e aporte de serapilheira não está totalmente esclarecida, uma vez que White *et al.* (2013), ao avaliar o aporte de serapilheira em uma floresta semidecidual em avançado estágio sucessional em Sergipe, encontraram um valor alto de aporte de serapilheira, conforme verificado na tabela 1 ( $8,6 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), ou seja, muito superior ao observado no presente estudo. De acordo com White *et al.* (2013), uma combinação entre maior diversidade de espécies e menor antropização, com conseqüente maior diversidade de tipos funcionais quanto à deciduidade e estágios sucessionais, pode contribuir para o maior aporte anual de serapilheira.

A precipitação pode influir no aporte de serapilheira tanto em termos de volume total de resíduos depositados pela vegetação quanto na variação na queda de serapilheira ao longo do ano. O aporte de serapilheira no reflorestamento apresentou padrão sazonal, caracterizado por um aumento da produção no início da estação seca (setembro a fevereiro), com pico no mês de fevereiro ( $0,55 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), e redução do aporte na estação chuvosa (março a agosto), com menor valor em maio ( $0,16 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) (figura 2).



**Figura 2** – Precipitação e aporte de serapilheira mensal em um reflorestamento misto no município de Laranjeiras (SE).

Observou-se uma correlação de Pearson significativa entre o aporte da serapilheira e a precipitação ao longo do período estudado ( $r = -0,56$ ;  $p < 0,01$ ), em que um aumento da precipitação reduz o aporte de serapilheira. Os menores valores de aporte de serapilheira ocorreram nos meses de maior precipitação e os maiores valores nos meses de menor precipitação (figura 2), sendo um padrão típico de florestas estacionais semidecíduais. Esse padrão geralmente ocorre em função do estresse hídrico ao qual a planta responde, ou seja, à falta d'água (SCORIZA & PIÑA-RODRIGUES, 2014; LIMA *et al.*, 2015; BIANCHI *et al.*, 2016). O padrão de aporte de serapilheira no reflorestamento misto está funcionalmente semelhante aos ecossistemas florestais naturais de florestas estacionais semidecíduais.

O aporte anual de nutrientes, via serapilheira, apresentou a seguinte ordem de resultados: nitrogênio (N) >potássio (K) >fósforo (P), conforme tabela 2.

O maior aporte de nutrientes via serapilheira foi de N, com 41,20 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, isso porque a maior parte da serapilheira é composta por folhas, que têm maior conteúdo de nitrogênio dentre os nutrientes (CALVI *et al.*, 2009).

**Tabela 2** – Aporte anual de nitrogênio, fósforo e potássio em áreas de floresta estacional e reflorestamento e neste estudo.

	kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>		
	N	P	K
Gomes <i>et al.</i> (2010)	–	3,06	16,18
Pimenta <i>et al.</i> (2011)	112,31	1,78	43,0
Godinho <i>et al.</i> (2014)	94,91	4,14	14,03
Freitas <i>et al.</i> (2015)	118,9	5,5	8,2
O presente estudo (2015)	41,20	3,12	17,71

O potássio foi o segundo elemento em maior quantidade, aportando 17,71 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, ultrapassando resultados obtidos por Gomes *et al.* (2010), Pimenta *et al.* (2011), Godinho *et al.* (2014) e Freitas *et al.* (2015).

Do mesmo modo, o fósforo apresentou resultado semelhante aos estudos anteriormente citados, aportando 3,12 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, o menor valor em comparação aos outros elementos, por causa de sua elevada redistribuição interna (LIMA *et al.*, 2010).

Os resultados obtidos no presente estudo para aporte de nutrientes mostraram-se semelhantes aos de diversos trabalhos realizados em floresta estacional no Brasil. Por exemplo, Gomes *et al.* (2010) acharam um aporte médio de 3,06 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> para o fósforo e 16,18 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o potássio em fragmentos florestais de mata atlântica com diferentes tamanhos em Teresópolis (RJ). Pimenta *et al.* (2011), estudando um reflorestamento no Paraná, estimaram a taxa de transferência de macronutrientes via serapilheira de 112,31; 1,78; 43,0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. Godinho *et al.* (2014) e Freitas *et al.* (2015) obtiveram valores semelhantes para a mesma fitofisionomia.

## CONCLUSÃO

Com base no aporte anual de serapilheira verificado em reflorestamento misto, recomenda-se que seja utilizada maior proporção de espécies pioneiras em um menor espaçamento para projetos de restauração ecológica em florestas estacionais semidecíduais no estado de Sergipe.

O padrão de aporte de serapilheira está correlacionado com a precipitação, o que comprova que o reflorestamento misto apresenta comportamento similar ao das florestas estacionais semidecíduais naturais.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, G. K. O.; R. A. Ferreira; M. M. Fernandes; T. R. Silva; I. B. A. Souza & J. S. Magalhães. Regeneração natural em área de reflorestamento misto com espécies nativas no estado de Sergipe. *Amazonian Journal*. 2018; 60(5): 24-36.
- Bianchi, M. O.; R. N. Scoriza & M. E. F. Correia. Influência do clima na dinâmica de serapilheira em uma floresta estacional semidecidual em Valença, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*. 2016; 14(2): 97-101.

- Bremmer, J. M. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. *Journal of Agricultural Science*.1960; 55(1): 11-33.
- Calvi, G. P; M. G. Pereira & A. Espíndula Junior. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de floresta atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. *Ciência Florestal*. 2009; 19(2): 131-138.
- Costa, C. C. A.; I. D. Macedo & P. C. M. Silva. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açú – RN. *Revista Árvore*. 2010; 34(2): 259-265.
- Embrapa – Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa; 2013. 353 p.
- Ferreira, R. A.; P. L. Santos; A. G. Aragão; T. I. S. Santos; E. M. Santos Neto & A. M. S. Rezende. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. *Scientia Forestalis*. 2009; 37(81): 37-46.
- Ferreira, R. A.; A. O. Aguiar Netto; T. I. S. Santos; B. L. Santos & E. L. Matos. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim, estado de Sergipe: da degradação à restauração. *Revista Árvore*. 2011; 35(20): 265-277.
- Freitas, C. A. A.; M. V. W. Caldeira; S. K. Horn; K. C. Castro & M. Viera. Serapilheira acumulada em complexo rupestre de granito, Mimoso do Sul, ES. *Revista Árvore*. 2015; 39(4): 671-681.
- Fundação SOS Mata Atlântica; Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica. Período 2016-2017. Relatório parcial: estado de Sergipe. Rio de Janeiro; 2017.
- Godinho, T. O.; M. V. W. Caldeira; J. H. T. Rocha; J. P. Caliman & P. A. Trazzi. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, ES. *Cerne*. 2014; 20(1): 11-20.
- Gomes, J. M.; M. G. Pereira; F. C. M. Piña-Rodrigues; G. H. A. Pereira; F. R. Gondim & E. M. R. Silva. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da mata atlântica, RJ. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 2010; 5(3): 383-391.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012. 271 p.
- Lima, S. S.; L. F. C. Leite; A. M. Aquino; F. C. Oliveira & A. A. J. F. Castro. Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. *Revista Árvore*. 2010; 34(1): 75-84.
- Lima, R.P; M. M. Fernandes; M. R. M. Fernandes & E. A. T. Matricardi. Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no Sul do Piauí. *Floresta e Ambiente*. 2015; 22(1): 42-49.
- Lopes, J. F. B.; E. M. Andrade; F. A. O. Lobato; H. A. Q. Palácio & F. D. D. Arraes. Deposição e decomposição de serapilheira em área da caatinga. *Revista Agro@ambiente*. 2009; 3(2): 72-79.
- Lopes, M. I. S.; M. Domingos & Y. Struffaldi-de-Vuono. Ciclagem de nutrientes minerais. In: Syslvestre, L. S. & M. M. T. Rosa (eds.). Manual metodológico para estudos botânicos na mata atlântica. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2002. p. 72-102.
- Machado, M. R.; F. C. Piña-Rodrigues & M. G. Pereira. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. *Revista Árvore*. 2008; 32(1): 143-151.
- Martins, S. V. Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa: Aprenda Fácil; 2009. 270 p.
- Martins, W. B. R.; G. C. Ferreira; F. P. Souza; L. F. S. Dionisio & F. A. Oliveira. Deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. *Floresta*. 2018; 48(1): 37-48.
- Pimenta, J. A.; L. B. Rossi; J. M. D. Torezan; A. L. Cavalheiro & E. Bianchini. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 2011; 25(1): 53-57.
- Santana, J. A. S & J. S. Souto. Produção de serapilheira na caatinga da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. *IDESIA*. 2011; 29(2): 87-94.
- SER – Society For Ecological Restoration. International Science e Policy Working Group. Tucson: The SER International Primer on Ecological Restoration; 2004. 234 p.

- Scoriza, R. N & F. C. M. Piña-Rodrigues. Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de serapilheira em trecho de floresta estacional em Sorocaba, SP. *Revista Floresta*. 2014; 44(4): 687-696.
- Tedesco, M. J.; C. Gianelli; C. A. Bissani; H. Bohnen & S. J. Volkweiss. Análises de solo, plantas e outros materiais. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS; 1985. 125 p.
- Toscan, M. A. G.; A. T. B. Guimarães & L. G. Temponi. Caracterização da produção de serapilheira e da chuva de sementes em uma reserva de floresta estacional semidecidual, Paraná. *Ciência Florestal*. 2017; 27(2): 415-427.
- Villa, E. B.; M. G. Pereira; J. M. Alonso; S. J. Beutler & P. S. S. Leles. Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. *Floresta e Ambiente*. 2016; 23(1): 90-99.
- White, B. L. A.; D. L. Nascimento; T. V. P. Dantas & A. S. Ribeiro. Dynamics of the production and decomposition of litterfall in a Brazilian northeastern tropical forest (Serra de Itabaiana National Park, Sergipe State). *Acta Scientiarum Biological Sciences*. 2013; 35(2): 195-201.
- Xavier, K. R.; L. A. Andrade; J. R. Fabricante; M. S. E. Coelho & F. N. M. Assis. Impactos pós-fogo na regeneração natural em um fragmento de floresta ombrófila aberta no município de Areia, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*. 2011; 9(3): 257-264.