



Influência da remoção de serapilheira no teor de fósforo e potássio na Amazônia Oriental

Denise Nunes Pereira¹, Walmer Bruno Rocha Martins¹,
Vanda Maria Sales de Andrade¹, Francisco de Assis Oliveira¹

¹ Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Av. Trancredo Neves, 2501, Terra Firme, CEP 66077-830, Belém-PA, Brasil. E-mail: dnizpereira@hotmail.com; walmerbruno@yahoo.com.br; vandaandrade.ufra@gmail.com; fdeassis@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da remoção e sazonalidade da precipitação na deposição de serapilheira e teor dos nutrientes P e K em uma floresta em estágio sucessional no município de Castanhal-PA. Foram estabelecidos dois sistemas: 1) Remoção: retirada da serapilheira do solo e; 2) Controle ou testemunha: sem a retirada de serapilheira. Com isso, foram instalados 12 coletores de 1 m² em cada sistema para quantificação mensal da massa seca e obtenção dos teores de P e K. A deposição total de serapilheira foi de 6,65 e 6,24 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para os sistemas controle e remoção respectivamente, não diferindo entre si ($p < 0,05$). A remoção da serapilheira não alterou o teor de P e K, no entanto, houve variação ao longo dos meses, com maiores valores de P no período de maior precipitação pluviométrica, com o K apresentando padrão inverso. Portanto a produção de serapilheira apresentou-se sazonal durante o ano de e a remoção da serapilheira não causou alteração no teor de P e K, sendo que, a precipitação pluviométrica foi a variável climática que influenciou no teor desses elementos.

Palavras-chave: Amazônia brasileira; ciclagem de nutrientes; floresta secundária

Influence of litter removal in the content of phosphorus and potassium in Eastern Amazon

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of removing and seasonality of precipitation on litter deposition and content of nutrients P and K in a forest successional stage in the city of Castanhal-PA. Two systems were established: 1) removal: removal of soil and litter: 2) Control or witness, without the removal of litter. With this, 12 collectors of 1 m² were installed in each system for monthly quantification of the dry mass and obtain the contents of P and K. The total litter deposition was 6.65 and 6.24 Mg ha⁻¹ yr⁻¹ for control systems and removal respectively, did not differ from each other ($p < 0.05$). The removal of litter did not change the content of P and K, however, there was change over the months, with higher P values in the period of increased rainfall, with the K featuring reverse pattern. Therefore, litter production has performed seasonal during the year and the removal of litter caused no change in P and K content, and the rainfall was the climate variable that influenced the content of these elements.

Key words: brazilian Amazon; nutrient cycling; secondary forest

Introdução

Na Amazônia brasileira, durante décadas, o principal sistema de uso da terra na agricultura familiar foi o de corte e queima, perdurando ainda em vários locais. Este método tradicional tem como característica a prática itinerante de derruba e queima da vegetação para o preparo da área e posteriormente plantio (Ferreira et al., 2014; Silva et al., 2015). Durante o tempo de recuperação da fertilidade do solo (pousio) ocorre concomitantemente o restabelecimento da vegetação e a promoção dos ciclos biogeoquímicos do ecossistema (Lourente et al., 2011).

A serapilheira é caracterizada como todo material de origem orgânica depositada na superfície do solo, a qual é considerada a principal via de fornecimento de nutrientes para as plantas (Diniz et al., 2015), principalmente em ecossistemas alterados. Desta forma, a deposição de serapilheira em áreas submetidas a distúrbios pode ser empregada como indicador de restauração florestal, visando avaliar o processo de restabelecimento da vegetação local (Pereira et al., 2013), além da compreensão do ciclo de nutrientes em decorrência do desenvolvimento sucessional dos ecossistemas florestais (González-Rodríguez et al., 2011; Scoriza & Pinã-Rodríguez, 2013).

Neste contexto, a remoção da serapilheira é capaz de causar efeitos nas propriedades físicas e químicas do solo (Uma et al., 2014), assim como alterar a infiltração de água e modificar o balanço de radiação e temperatura ao longo do perfil (Carneiro et al., 2014). Tais modificações podem afetar negativamente a microbiota edáfica, ocasionando alterações na ciclagem de nutrientes (Maia et al., 2015).

No Panamá, Sayer & Tanner (2010) estudaram o efeito da remoção da serapilheira em floresta tropical e concluíram que a ciclagem dos nutrientes no solo é alterada pela retirada da serapilheira. Dessa forma, a quantificação dos nutrientes da serapilheira, permitem avaliar a magnitude dos reflexos causados pela intervenção antrópica ou por fenômenos naturais ocorridos nos ecossistemas, tornando possível, por meio de estudos, a quantificação das saídas ou perdas de nutrientes (Luizão, 2007).

Os teores dos nutrientes da serapilheira são diretamente afetados pela composição de espécies, disponibilidade na fase mineral do solo para absorção radicular e variáveis meteorológicas, principalmente a precipitação pluviométrica e radiação solar (Prottil et al., 2009). Dentre os nutrientes o P e K apresentam importantes funções nas fases de desenvolvimento vegetal.

Normalmente o P é limitado em solos de florestas tropicais (Brasil & Muraoka, 1997; Maia et al., 2015), no entanto, é considerado um elemento móvel e essencial em praticamente todos os processos metabólicos de energia das plantas, desde a fotossíntese até a respiração (Sorreato et al., 2012). Essa alta mobilidade e a baixa disponibilidade para absorção radicular faz com que até 60% desse elemento seja retranslocado das folhas mais velhas para os órgãos novos antes da abscisão foliar (Malavolta et al., 1997).

O K é um cátion solúvel em água e, por isso, muito susceptível a lixiviação, participando efetivamente na translocação de assimilados nos tecidos vegetais, do potencial

osmótico das células e da abertura e fechamento estomático (Malavolta et al., 1997; Sorreato et al., 2012).

Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da remoção e sazonalidade da precipitação na deposição de serapilheira e teor dos nutrientes P e K em uma floresta em estágio sucessional média (29 anos) na Amazônia oriental.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada na estação Experimental de Piscicultura de Água Doce (EPAD) da Universidade Federal Rural da Amazônia (01°22'43" S e 01°18'02" S e 48°05'05" W e 48°15'46" W), no município de Castanhal-PA, a 80 km da capital paraense Belém. O estudo foi conduzido no âmbito do projeto Manipulação de disponibilidade de Água e Nutrientes em Floresta Secundária na Amazônia Oriental (MANFLORA).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Afi, caracterizado como tropical chuvoso sem estação seca definida. O período de maior precipitação ocorre entre dezembro a maio, com médias superiores a 100 mm.mês⁻¹. A temperatura média do ar é de 27 °C e a umidade relativa 84% (Alvares et al., 2013). Os solos do município são classificados predominantemente como Latossolo Amarelo Distrófico (Tenório et al., 1999).

Atualmente o ecossistema apresenta 29 anos de idade, com predomínio das seguintes espécies: *Myrcia sylvatica* Barb Rodr., *Miconia ciliata* (Rich) DC., *Myrcia bracteata* (Rich) DC., *Nectandra cuspidata* Nees e Mart., *Lacistema pubescens* Mart., e *Vismia guianensis* (Aubl.), as quais representam aproximadamente 90% das espécies observadas na área experimental.

Métodos

Em 1999 foram instaladas 8 parcelas de 20 x 20 m cada, onde em seu interior instalou-se uma subparcela de 10 x 10 m que continha 3 coletores equidistantes de serapilheira deposicional. Das 8 parcelas, quatro foram submetidas ao processo de remoção manual da serapilheira estocada no solo, com auxílio de ancinhos. Nas demais parcelas, não houve nenhuma intervenção antrópica, e por isso, denominadas controle.

A coleta da serapilheira depositada nos coletores foi realizada mensalmente no período de janeiro a dezembro de 2008 em coletores confeccionados de madeira e sombrite com 1m² e 0,1 m de altura, suspensos 0,3 m da superfície do solo. Após a coleta, o material vegetal foi seco em estufa a 70 °C, durante 48 h, pesados e moídos em moinho tipo Willey. As amostras de cada parcela foram homogeneizadas para composição de uma amostra composta por mês. No laboratório do Museu Paraense Emílio Goeldi, as amostras foram submetidas a digestão sulfúrica para obtenção dos teores de P e K, segundo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, onde os resultados analíticos dos dados da deposição de massa seca da serapilheira e dos nutrientes P e K

foram submetidos ao teste de normalidade e homocedasticidade de variâncias. Atendidos a esses pressupostos, foi realizado a Análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas no tempo, analisando-se os efeitos do tratamento (remoção e controle) no tempo (12 meses) e a interação entre eles (tratamento x tempo). As médias foram comparadas pelo teste "t" de Student ($p < 0,05$) para os tratamentos e teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação no tempo. Neste sentido, utilizou-se o programa estatístico Statistica 9.0 para as análises e o SigmaPlot 10.0 para confecção de gráficos.

Resultados e Discussão

Produção de serapilheira

A deposição de serapilheira foi de $6,65 \pm 0,20 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ e $6,22 \pm 0,15 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para os tratamentos controle

e remoção respectivamente, com diferença significativa entre os meses de março a julho (Figura 1A). A maior produção de serapilheira foi encontrada nos meses de elevada temperatura do ar e baixa precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar (Figura 1B), corroborando com os resultados encontrados por Almeida et al. (2015).

Esse padrão de deposição de serapilheira é explicado por meio de uma estratégia ecofisiológica das plantas no controle hídrico, com o fechamento dos estômatos e posteriormente abscisão foliar durante o período menos chuvoso, reduzindo a perda de água por transpiração em períodos de elevada radiação solar e baixa precipitação pluviométrica (Sanches et al., 2008; Machado et al., 2015). Outra hipótese seria a maximização da eficiência fotossintética no período menos chuvoso, com elevada renovação foliar (Kim et al., 2012). Para o referido trabalho está afirmativa tem uma boa aceitação, uma

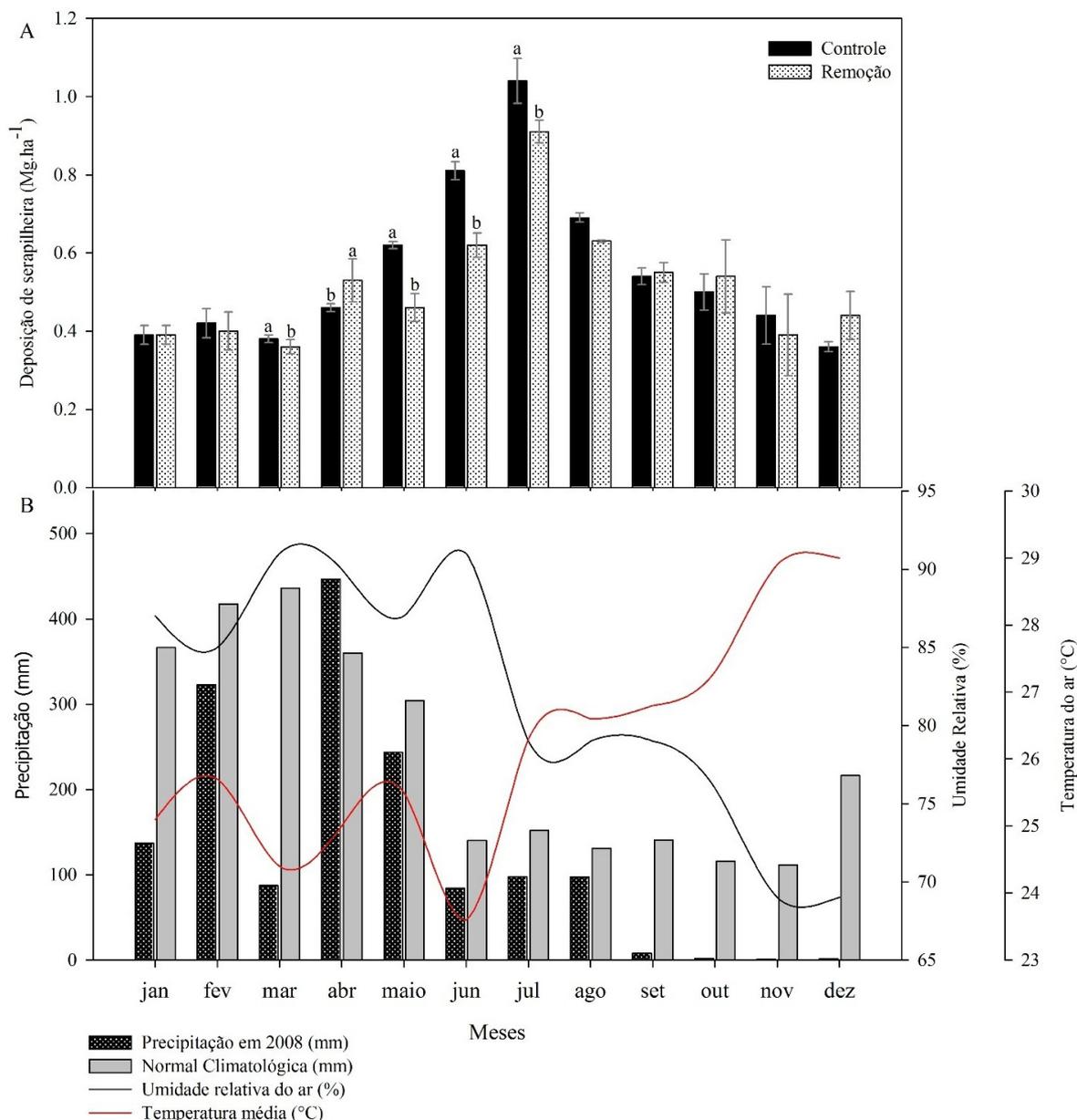


Figura 1. A) Deposição mensal de serapilheira (média \pm desvio padrão) durante o ano de 2008, submetida ao processo de remoção e; B) Variáveis meteorológicas do município de Castanhal. Barras com letras divergentes entre os tratamentos controle e remoção diferem estatisticamente pelo teste "t" de Student ($p < 0,05$).

Tabela 1. Produção de serapilheira em ecossistemas localizados na Amazônia brasileira.

Local	Ecossistema	Produção (Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Referência
Castanhal - PA	Floresta Secundária	6,65	Este estudo (Controle)
Castanhal - PA	Floresta Secundária	6,24	Este estudo (Remoção)
Manaus - AM	Floresta de Terra Firme	8,25	Luizão (1989)
Capitão Poço - PA	Floresta Primária	8,00	Dantas & Phillipson (1989)
Santarém - PA	Floresta de Terra Firme	9,70	Smith et al. (1998)
Manaus - AM	Floresta Secundária	6,90	Mesquita et al. (1999)
Amajari - RR	Floresta Secundária	7,90	Villela & Proctor (1999)
Amajari - RR	Floresta Secundária	9,10	Villela & Proctor (1999)
Capitão Poço - PA	Floresta Primária	5,81	Teixeira et al. (2001)
Capitão Poço - PA	Floresta Secundária	3,83	Teixeira et al. (2001)
Manaus - AM	Floresta Secundária	7,20	Martius et al. (2004)
Manaus - AM	Floresta de Terra Firme	9,40	Monteiro et al. (2005)
Castanhal - PA	Floresta Secundária	7,40	Vasconcelos et al. (2008)
Belterra - PA	Floresta Primária	7,15	Silva (2014)
Claudia - MT	Floresta Primária	8,59	Almeida et al. (2015)

vez que, é um período onde a disponibilidade de energia solar no ambiente é maior, ocasionando a substituição das folhas mais velhas por folhas mais novas adaptadas a alta incidência luminosa.

Os valores totais de deposição de serapilheira foram considerados, no geral, inferiores a outros estudos registrados na Amazônia brasileira (Tabela 1). Zhang et al. (2014) em uma extensa revisão sobre a deposição de serapilheira no mundo, encontrou 7,0 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹ para florestas tropicais. Luizão (1989) argumenta que a produção de serapilheira varia de 7,0-10,0 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹ em florestas primárias, no entanto, esse padrão pode ser modificado em função de vários fatores abióticos, sobretudo a precipitação pluviométrica.

Teor de fósforo e potássio

Não ocorreu diferença no teor de P e K entre os tratamentos ($p > 0,05$), porém houve diferença significativa de cada elemento no tempo (Tabela 2). Esperava-se que, pelo tempo de implantação do experimento, houvesse uma redução significativa no teor de P e K no tratamento remoção, causando um déficit nutricional para a vegetação. Sayer et al. (2012) no Panamá e Maia et al. (2015) na mesma área de estudo deste trabalho, também não verificaram diminuição do teor de P na remoção da serapilheira. Isso demonstra que as plantas apresentaram mecanismos de reverter a ausência da ciclagem desse elemento. Vasconcelos et al. (2008) e Maia et

Tabela 2. Teor de fósforo (P) e potássio (K) mensal no ano de 2008 submetidos a remoção de serapilheira.

Meses	P		K	
	(g kg ⁻¹)			
	Controle	Remoção	Controle	Remoção
Janeiro	0,86 ± 0,30 a	0,66 ± 0,29 a	1,14 ± 0,18 abc	1,31 ± 0,12 a
Fevereiro	0,92 ± 0,43 a	0,53 ± 0,03 a	0,92 ± 0,26 abc	0,97 ± 0,24 ab
Março	0,64 ± 0,09 ab	0,58 ± 0,15 a	1,03 ± 0,35 abc	1,09 ± 0,06 ab
Abril	0,45 ± 0,15 ab	0,24 ± 0,11 b	0,55 ± 0,24 c	0,62 ± 0,19 b
Mai	0,46 ± 0,23 ab	0,31 ± 0,10 b	0,86 ± 0,45 abc	0,57 ± 0,13 b
Junho	0,30 ± 0,03 b	0,23 ± 0,07 b	0,79 ± 0,27 abc	0,65 ± 0,28 b
Julho	0,17 ± 0,03 b	0,16 ± 0,02 b	1,24 ± 0,44 abc	0,96 ± 0,22 ab
Agosto	0,27 ± 0,22 b	0,28 ± 0,22 b	1,23 ± 0,51 abc	1,06 ± 0,21 ab
Setembro	0,30 ± 0,05 b	0,29 ± 0,04 b	1,44 ± 0,37 abc	0,96 ± 0,10 ab
Outubro	0,29 ± 0,04 b	0,31 ± 0,19 b	1,31 ± 0,25 abc	1,06 ± 0,43 ab
Novembro	0,56 ± 0,02 ab	0,66 ± 0,27 a	1,63 ± 0,76 a	0,99 ± 0,16 ab
Dezembro	0,63 ± 0,02 ab	0,53 ± 0,12 a	0,73 ± 0,35 bc	0,93 ± 0,49 ab
Média	0,31	0,22	1,01	0,95

Médias ± desvio padrão com mesma letra na coluna por tratamento não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

al. (2015) argumentam que a serapilheira pouco contribui para o fornecimento de P para as plantas e que a disponibilidade deste elemento está fortemente relacionada às características edáficas de origem.

O teor de P foi menor nos meses menos chuvosos do que nos chuvosos, com alta correlação para o tratamento controle e baixa correlação para o tratamento remoção de serapilheira, com $r = 0,69$ e $0,36$, respectivamente. Quanto a temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento não se constatado correlação com o teor de P.

O P é o elemento que mais limita o crescimento das árvores nos ecossistemas de florestas tropicais e por ser um elemento solúvel nas plantas, antes da abscisão foliar é retranslocado das folhas mais velhas para as mais novas no período de baixa precipitação (Malavolta et al., 1997; Machado et al., 2016). No período chuvoso, esse elemento apresenta elevado teor nas folhas que ao caírem se decompõem rapidamente, fornecendo nutrientes, sobretudo o P para absorção radicular das plantas (Luizão, 2007).

O teor de K apresentou uma variação sazonal (Tabela 2), com correlação negativa entre a precipitação pluviométrica e os tratamentos controle e remoção ($r = -0,64$ e $r = -0,46$, respectivamente). O K devido a sua grande mobilidade, é facilmente retirado dos tecidos vegetais, pois encontra-se na forma iônica e, portanto, altamente suscetível a lixiviação (Protil et al., 2009).

No geral, a teor de K no tratamento remoção foi considerada baixa, quando comparada com trabalhos da literatura realizados na Amazônia (Dantas & Phillipson, 1989; Villela & Proctor, 1999; Machado et al., 2016). Provavelmente o aumento da exposição do solo à entrada de água da chuva e luz tenha proporcionado o transporte do K pelo processo de lixiviação, diminuindo assim a absorção radicular, ocasionando escassez de K nas árvores e conseqüentemente o baixo teor deste elemento nas folhas.

Conclusões

A produção de serapilheira apresentou-se sazonal durante o ano, com as maiores e menores produções ocorrendo nos meses menos chuvoso (julho) e chuvoso (março) respectivamente.

A remoção da serapilheira não causou alteração no teor de P e K, quando comparado com o tratamento controle, sendo

que a precipitação pluviométrica foi a variável climática que influenciou no teor desses elementos.

Agradecimentos

Ao Doutor Steel Silva Vasconcelos, coordenador do Projeto MANFLORA, a Doutora Livia Gabrig Turbay Rangel Vasconcelos pela co-orientação, a engenheira química Cristine Amarante e ao técnico químico Paula Sarmento pelo apoio nas análises dos nutrientes no laboratório do Museu Paraense Emílio Goeldi. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa concedida ao primeiro autor.

Literatura Citada

- Almeida, E.J.; Luizão, F.; Rodrigues, D.J. Produção de serrapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. *Acta Amazonica*, v.45, n.2, p.157-166, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201402543>.
- Alvares, C.A.; Stape, L.J.; 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. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Brasil, E.C.; Muraoka, T. Extratores de fósforo em solos da Amazônia tratados com fertilizantes fosfatados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, n.4, p.599-606, 1997. <https://doi.org/10.1590/S0100-06831997000400010>.
- Carneiro, R.G.; Moura, M.A.L.; Silva, V.P.R. da; Silva Junior, R.S.; Andrade, A.M.D. de; Santos, A.B. dos. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.1, p.99-108, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100013>.
- Dantas, M.; Phillipson, J. Litterfall and nutrient content in primary and secondary Amazonian "Terra Firme" rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, v.5, n.1, p.27-36, 1989. <https://doi.org/10.1017/S0266467400003199>.
- Diniz, A.R.; Machado, D.L.; Pereira, M.G.; Balieiro, F.C.; Menezes, C.E.G. Biomassa, estoque de carbono e de nutrientes em estádios sucessionais da Floresta Atlântica, RJ. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.10, n.3, p.443-451, 2015. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v10i3a4264>.
- Ferreira, D.C.F.; Pompeu, G.S.S.; Fonseca, J.R.; Santos, J.C. Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares no município de Altamira, Pará. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.3, n.9, p.104-116, 2014. <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/15493/10666>. 26 Jun. 2016.
- González-Rodríguez, H.; Domínguez-Gómez, T.G.; Cantú-Silva, I.; Gómez-Mesa, M.V.; Ramírez-Lozano, R.G.; Pando-Moreno, M.; Fernández, C.J. Litterfall deposition and leaf litter nutrient return in different locations at Northeastern Mexico. *Plant Ecology*, v.212, n.10, p.1747-1757, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s11258-011-9952-9>.
- Kim, Y.; Knox, R.G.; Longo, M.; Medvigy, D.; Hutyrá, L.R.; Pyle, E.H.; Wofsy, S.C.; Bras, R.L.; Moorcroft, P.R. Seasonal carbon dynamics and water fluxes in an Amazon rainforest. *Global Change Biology*, v.18, n.4, p.1322-1334, 2012. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02629.x>.
- Lourente, E.R.P.; Mercante, F.M.; Alovisei, A.M.T.; Gomes, C.F.; Gasparini, A.S.; Nunes C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.41, n.1, p.20-28, 2011. <https://doi.org/10.5216/pat.v41i1.8459>.
- Luizão, F.J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças climáticas. *Ciência e Cultura*, v.59, n.3, p.31-36, 2007. http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252007000300014&script=sci_arttext. 15 Jun. 2016.
- Luizão, F.J. Litter production and mineral element input to the forest floor in a central Amazonian forest. *GeoJournal*, v.19, n.4, p.407-417, 1989. <https://doi.org/10.1007/BF00176910>.
- Machado, D.L.; Pereira, M.G.; Correia, M.E.F.; Diniz, A.R.; Santos L.L. dos; Menezes, C.E.G. 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>.
- Machado, M.R.; Sampaio, P.T.B.; Ferraz, J.; Camara, R.; Pereira, M.G. Nutrient retranslocation in forest species in the Brazilian Amazon. *Acta Scientiarum*, v.38, n.1, p.93-101, 2016. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i1.26805>.
- Maia, R.S.; Vasconcelos, S.S.; Carvalho, J.R. de. Frações de fósforo e simbiose micorrizica em floresta secundária em resposta a disponibilidade de água e nutrientes na Amazônia oriental. *Acta Amazonica*, v.45, n.3, p.255-264, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201402894>.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- Martius, C.; Höfer, H.; Garcia, M.V.B.; Römbke, J.; Hanagarth, W. Litter fall, litter stocks and decomposition rates rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.68, n.2, p.137-154, 2004. <http://dx.doi.org/10.1023/B:FRES.0000017468.76807.50>.
- Mesquita, R.C.G.; Delamônica, P.; Laurance, W.F. Effects of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian Forest fragments. *Biological Conservation*, v.91, n.2-3, p.129-134, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00086-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00086-5).
- Monteiro, M.T.; Gama-Rodrigues, E.F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, n.5, p.819-826, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000500004>.
- Pereira, G.H.A.; Pereira, M.G.; Anjos, L.H.C. dos; Amorim T.A.; Menezes, C.E.G. Decomposição da serapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados no solo em um fragmento de floresta atlântica. *Bioscience Journal*, v.29, n.5, p.1317-1327, 2013. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18017/13029>. 16 Jun. 2016.

- Protil, C.Z.; Marques, R.; Protil, R.M. Variação sazonal e redistribuição de bioelementos de quatro espécies arbóreas em três tipologias florestais da Floresta Atlântica do Paraná. *Floresta*, v.39, n.3, p.699-717, 2009. <https://doi.org/10.5380/RF.V39I3.15371>.
- Sanches, L.; Valentini, C.M.A.; Pinto Júnior, O.B.; Nogueira, J.S.; Vourlitis, G.L.; Biudes, M.S.; Silva, C.J. da; Bambi, P.; Lobo, F.A. Seasonal and interannual litter dynamics of a tropical semideciduous forest of the southern Amazon Basin, Brazil. *Journal of Geophysical Research*, v.113, n.4, p.1-9, 2008. <https://doi.org/10.1029/2007JG000593>.
- Sayer, E.J.; Tanner, E.V.J. Experimental investigation of the importance of litterfall in lowland semi-evergreen tropical forest nutrient cycling. *Journal of Ecology*, v.98, n.5, p.1052-1062, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01680.x>.
- Sayer, E.J.; Wright, S.J.; Tanner, E.V.J.; Yavitt, J.B.; Harms, K.E.; Power, J.S.; Kaspari, M.; Garcia, M.N.; Turnes, B.L. Variable responses of lowland tropical forest nutrient status to fertilization and litter manipulation. *Ecosystems*, v.15, n.3, p.387-400, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9516-9>.
- Scoriza, R.N.; Pinã-Rodrigues, F.C.M. Aporte de serapilheira como indicador ambiental em fragmentos de floresta estacional semidecidual em Sorocaba, SP. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, n.4, p.634-640, 2013. <https://doi.org/10.5039/AGRARIA.V8I4A2807>.
- Silva, A.D. da. Produção e concentração de nutrientes via deposição de liteira na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra - PA. Santarém: Universidade Federal do Oeste do Pará, 2014. 90p. Dissertação Mestrado. http://www.ufopa.edu.br/academico/pos-graduacao/banco-de-teses/ppg-rna/turma-de-2012/silva-alessandra-damasceno-da/at_download/file. 22 Jun. 2016.
- Silva, M.M. da; Oliveira, F.A.; Santana, A.C. Mudanças na dinâmica de uso das florestas secundárias em Altamira, Estado do Pará, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, v.58, n.2, p.176-183, 2015. <https://doi.org/10.4322/rca.1739>.
- Smith, K.; Gholz, H.L.; Oliveira, F.A. Litterfall and nitrogen-use efficiency of plantations and primary forest in the eastern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, v.109, n.1-3, p.209-220, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00247-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00247-3).
- Sorreano, M.C.M.; Rodrigues, R.R.; Boaretto, A.E. Guia de nutrição para espécies florestais nativas. São Paulo: Oficinas de Textos, 2012. 254p.
- Tedesco, M.J.; Gianell, C.; Bissani, C.A.; Bohnen, H.; Volkweis, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- Teixeira, L.B.; Oliveira, R.F. de; Martins, P.F.S. Ciclagem de nutrientes através da liteira em floresta, capoeira e consórcios com plantas perenes. *Revista de Ciências Agrárias*, n.36, p.19-27, 2001. <https://periodicos.ufra.edu.br/index.php?journal=ajaes&page=article&op=view&path%5B%5D=1984>. 25 Jun. 2016.
- Tenório, A.R. M.; Graça, J.J.C.; Góes, J.E.M.; Mendes, J.G.R.; Gama, J.R.N.F.; Silva, P.R.O. da; Chapas, P.S.M. das; Silva, R. N. P. da; América, R.R.A.; Pereira, W.L.M. Mapeamento dos solos da Estação de Piscicultura de Castanhal. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1999. p.1-27.
- Uma, M.; Saravanan, T.S.; Rajendran, K. Growth, Litterfall na litter decomposition of *Casuarina equisetifolia* in a semiarid zone. *Journal of Tropical Forest Science*, v.26, n.1, p.125-133, 2014. <http://www.jstor.org/stable/23617021>. 17 Jun. 2016.
- Vasconcelos, S.S.; Zarin, D.J.; Araújo, M.M.; Rangel-Vasconcelos, L.G.T.; Carvalho, C.J.R. de; Staudhammer, C.L.; Oliveira, F.A. Effects of seasonality, litter removal and dry-season irrigation litterfall quantity and quality in eastern Amazonian forest regrowth, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.24, n.1, p.27-38, 2008. <https://doi.org/10.1017/S0266467407004580>.
- Villela, D.M.; Proctor, J. Litterfall mass, chemistry, and nutrient retranslocation in a monodominant forest on Maracá island, Roraima, Brazil. *Biotropica*, v.31, n.2, p.198-211, 1999. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00132.x>.
- Zhang, H.; Yuan, W.; Dong, W.; Liu, S. 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>.