



DEPOSIÇÃO E APORTE DE NUTRIENTES VIA SERAPILHEIRA EM ECOSISTEMA FLORESTAL

DOI: 10.19177/rgsa.v9e32020282-297

Ozias Da Cunha Bello¹

José Maurício da Cunha²

Renato Abreu Lima³

Carlos Alexandre Santos Querino⁴

Milton César Costa Campos⁵

RESUMO

Em ecossistemas florestais, o processo de deposição e posterior decomposição da serapilheira constituem o principal meio de transferência de nutrientes para o solo, sendo de grande importância para a sustentabilidade desses sistemas, as alterações que ocorrem nesses ambientes, decorrentes de ações antrópicas justificam estudos voltados para entender os efeitos a curto e longo prazo, servindo também de ferramenta para um ordenamento territorial e exploratório desses recursos naturais. Dessa forma, o presente trabalho de revisão tem a proposta de levantar informações e discutir a dinâmica que influenciam a deposição e decomposição de nutrientes oriundo da serapilheira em ecossistemas florestais. Assim, busca contribuir para a ampliação das discussões sobre o tema no contexto atual, visando apoiar no futuro para estudos que abrange os ambientes amazônicos, haja vista que suas florestas possuem grandes variedades de espécies nativas. A metodologia usada foi baseada por meio de uma revisão bibliográfica, através de levantamento e consulta em materiais elaborados e publicados como: artigos científicos de revistas nacionais e internacionais, livros, dissertações e teses sobre a serapilheira, correlacionando diversos fatores que exercem influência na deposição e decomposição de serapilheira. Os resultados obtidos evidenciam que a quantidade de serapilheira depositada pode variar dentro de um mesmo tipo de vegetação em função do grau de perturbação, já a decomposição de matéria orgânica é realizada rapidamente pelos microrganismos presentes no solo e que empreendimentos que maximizam cada vez mais as atividades econômicas podem ameaçar o equilíbrio desses ecossistemas.

Palavras-chave: Sazonalidade. Ciclagem de nutrientes. Aporte. Desflorestamento.

¹ Engenheiro Agrônomo. Mestrando em Ciências Ambientais. UFAM. E-mail: belloufam@hotmail.com

² Bacharel em Física em 2009 e mestre em Física em 2011 pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Doutor em Física Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). É professor do quadro permanente da Universidade Federal do Amazonas, do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM. E-mail: maujmc@gmail.com

³ Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado) pelo Centro Universitário São Lucas (2005-2009); Especialista em Gestão Ambiental pela mesma instituição (2010-2011); Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR (2009-2011) e Doutor em Biodiversidade e

Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM (2012-2016). UFAM. E-mail: renatoabreu07@hotmail.com

⁴ Meteorologista. Prof. Adjunto da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, vinculado Instituto de Educação Agricultura e Ambiente - IEAA e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais. Possui graduação e mestrado em meteorologia pela Universidade Federal de Alagoas (2003) e (2006). Doutorado em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (2016). UFAM. E-mail: carlosquerino@ufam.edu.br

⁵ Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (2004), Mestrado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Estadual Paulista (2006), Doutor em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2009) e Pós-Doutorado em Engenharia de Água e Solo pela Universidade Estadual de Campinas (2013). É Professor Associado II do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. E-mail: mcesarsolos@gmail.com

DEPOSITION AND SUPPORT OF NUTRIENTS VIA LITTER IN A FOREST ECOSYSTEM

ABSTRACT

In forest ecosystems, the process of deposition and subsequent decomposition of the litter is the main means of transferring nutrients to the soil, being of great importance for the sustainability of these systems, the changes that occur in these environments, resulting from anthropic actions justify studies aimed at understand the short and long term effects, also serving as a tool for territorial and exploratory planning of these natural resources. Thus, the present review work has the purpose of gathering information and discussing the dynamics that influence the deposition and decomposition of nutrients from litter in forest ecosystems. Thus, it seeks to contribute to the expansion of discussions on the theme in the current context, aiming to support in the future for studies that cover the Amazonian environments, given that its forests have large varieties of native species. The methodology used was based on a bibliographic review, through a survey and consultation on materials prepared and published, such as: scientific articles from national and international magazines, books, dissertations and theses on litter, correlating several factors that influence the deposition and litter decomposition. The results obtained show that the amount of litter deposited can vary within the same type of vegetation depending on the degree of disturbance, since the decomposition of organic matter is carried out quickly by microorganisms present in the soil and that enterprises that increasingly maximize activities may threaten the balance of these ecosystems.

Keywords: Seasonality. Nutrient cycling. Support. Deforestation.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que se destaca a nível nacional e internacional no desenvolvimento de atividades voltadas para a maximização da exploração agrícola.

No entanto modelos produtivos utilizados, dessa forma, vêm levando a uma crescente degradação dos recursos naturais, contribuindo para a redução da capacidade produtiva dos solos, associada a outros danos ambientais de expressiva significância (LIMA et al., 2009).

Podemos citar como exemplo os desmatamentos, prática que favorece a perda da biodiversidade, causando um desequilíbrio nos ecossistemas, alterando a paisagem e influenciando os processos físicos, químicos e biológicos do solo. Segundo Sampaio et al. (2003), o processo de queimadas de extensas áreas para dar lugar a atividade agrícola, implica em maiores percentuais de perda por volatilização e lixiviação, pois os nutrientes perdidos ocasionam importante impacto no balanço de nutrientes do ecossistema.

O desmatamento influencia também os mecanismos de reciclagem de nutrientes, diminuindo mais ainda a fertilidade naturalmente baixa dos solos (CABIANCHI, 2010). Isso ocorre em decorrência da retirada da cobertura florestal pois o solo se mostra como o principal coletor das frações orgânicas. Para Vital et al. (2004), o retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá através da produção e decomposição da serapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de nutrientes essenciais para o solo.

As florestas oferecem produtos e serviços diversificados, contribuindo para o desenvolvimento ambiental, econômico e social em todo o mundo (SANTOS NETO et al., 2015). A geração de informações sobre a deposição de serapilheira e análise do seu conteúdo são importantes ferramentas para a compreensão e conservação dessas áreas, bem como suas inter-relações como meio (HOLANDA et al., 2017), possibilitando um melhor planejamento de ações voltadas para exploração desses recursos naturais.

As concentrações de nutrientes na serapilheira podem variar de acordo com alguns fatores como tipo de solo, da vegetação, densidade populacional, habilidade de a espécie absorver, utilizar e redistribuir os nutrientes e de acordo com a idade das árvores (CUNHA et al., 2013). Segundo Holanda et al. (2017), há uma dinâmica na ciclagem biogeoquímica para os diferentes ecossistemas florestais, que proporciona melhoria nos atributos químicos e físicos do solo, acredita-se ainda que, entre as diversas tipologias florestais, existem fatores abióticos intrínsecos influenciando no processo de ciclagem dos nutrientes.

O estudo da dinâmica dos fatores que envolvem os processos de deposição, decomposição e transferência de nutrientes das serapilheiras é importante, tendo em vista que nos dias atuais busca-se o uso sustentável dos recursos naturais (GUIMARÃES et al., 2010). Nesse sentido, o objetivo dessa revisão foi de levantar informações e discutir a dinâmica que influenciam a deposição e decomposição de nutrientes oriundo da serapilheira em ecossistemas florestais.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada para a elaboração deste artigo consistiu em uma revisão de literatura realizada nas plataformas Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO), ScienceDirect e Scopus, bem como consulta em materiais elaborados e publicados como: artigos científicos de revistas nacionais e internacionais, livros, dissertações e teses. Foram utilizados os termos delimitadores da pesquisa: serapilheira, ecossistema florestal e ciclagem de nutrientes.

O critério de inclusão se deu por meio da seleção de trabalhos completos mais relevantes, cujo objeto de estudo fosse o recorte temático desta revisão (decomposição e deposição de serapilheira) em língua inglesa, espanhola ou portuguesa.

Após a realização da pesquisa bibliográfica e seleção do material com base nos critérios já mencionados, passou-se a analisar de forma crítica o título e o resumo a fim de buscar um consenso na temática sobre serapilheira oriunda de ecossistema florestal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERÍSTICAS DA DEPOSIÇÃO EM ECOSSISTEMA FLORESTAL

Nos últimos anos, as florestas tropicais têm sido foco de atenção global, pois exercem um papel importante na qualidade ambiental do planeta Terra, este ecossistema muito complexo e frágil está sendo rapidamente modificado e explorado (SANTOS, 1996). Estudar a deposição de serapilheira em florestas tropicais é relevante pelo grande potencial mundial da produção primária e estoque de carbono. A dinâmica desses ecossistemas pode ter grande influência nas mudanças climáticas globais e composição atmosférica (ANDRADE; HIGUCHI, 2009).

O ecossistema florestal tem como alguns de seus compartimentos o solo, a serapilheira e a biomassa arbórea vegetal, constituindo um sistema aberto, que permite a troca de massa e energia com os sistemas adjacentes, de onde recebe e exporta energia, nutrientes e água (SCHUBART et al., 1984). O sistema florestal é mantido por este fluxo de entrada e saída, sendo que, no seu interior, grande parte da energia é dissipada para promover uma forte circulação, a qual faz com que se reduzam as perdas, tanto de nutrientes como de compostos ricos em energia (FERREIRA et al., 2006).

O compartimento chamado de serapilheira é composto por folhas, material lenhoso, órgãos reprodutivos e pequenos detritos, formando a camada mais superficial do solo em ambientes florestais (COSTA et al., 2010). Esta camada atua como um agente de interceptação das gotas da chuva amenizando a erosão, protegendo o solo contra as altas temperaturas e abrigando uma abundante diversidade de organismos (CONCEIÇÃO et al., 2005). Os quais se decompõem e fornecem nutrientes para o solo (GARTNER; CARDON, 2004). Esse processo é fundamental para compreensão do sistema biogeoquímico e manutenção dos ecossistemas florestais (PARSONS et al., 2014).

Cada um dos componentes da serapilheira apresenta diferentes composições químicas e velocidades de decomposição, o que influencia diretamente nos processos de ciclagem de nutrientes, ou seja, controlam as quantidades de nutrientes que retornam ao solo, que é um processo importante e essencial para a manutenção das florestas (CIANCIARUSO et al., 2006; LUIZÃO, 2007, LUIZÃO, 1989).

Essa dinâmica é regulada diretamente pelo material orgânico dispersado pelas árvores e da decomposição da biomassa morta nos solos (OURIQUE et al., 2016). A quantidade de serapilheira depositada pode variar dentro de um mesmo tipo de vegetação. Diferenças entre produção de serapilheira, entre locais próximos podem ter relações com diferentes graus de perturbação dentro de uma mesma tipologia florestal (WERNECK et al., 2001).

No que diz respeito a qualidade da serapilheira essa é determinada pela quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos (frações solúveis, nutrientes, lignina, celulose, compostos fenólicos, carbono, substâncias estimulantes ou alelopáticas), que exercem grande influência sobre as interações da fauna do solo e, conseqüentemente na decomposição (PINTO et al., 2016).

Segundo Silva et al. (2009), a relação entre a deposição da serapilheira e a sua decomposição mostra que o ciclo que ocorre entre a vegetação e o solo pode ter importante papel na floresta por influenciar no crescimento das espécies vegetais, aumentando a quantidade de nutrientes disponíveis, proporcionando às árvores melhores condições para crescer.

Como exemplo de floresta exuberante com árvores de grande porte, podemos citar a Floresta Amazônica, pois sua floresta possui uma grande variedade de espécies nativas pouco estudadas e distribuídas principalmente em florestas de terra-firme, várzea e igapó (CONCEIÇÃO, 2017). Essa diversidade florística e faunística constitui-se numa ferramenta em potencial para subsidiar a Ciência e a pesquisa. Na região amazônica, a vegetação é influenciada pela proximidade da rede de drenagem, diferenciando platô, vertente e baixio com características estruturais e fisionomia florestal inerentes a cada unidade topográfica (LUIZÃO et al., 2004).

A Floresta Amazônica evidencia-se por um sistema dinâmico que sofre constantes mudanças espaciais e temporais (PINTO et al., 2002; LAURANCE et al., 2004). A variação física e nutricional nas propriedades dos solos ao longo das bacias está relacionada intrinsecamente com as variações na idade dos solos e a geomorfologia (QUESADA et al., 2011).

Uma mesma floresta pode apresentar diferentes tipos de solos, alinhados ao longo de uma topossequência, apresentando variações na textura, no teor de umidade e na concentração de nutrientes em uma mesma microescala, como é comum observar-se na Amazônia Central (FERRAZ et al., 1998). Estas variações das características físicas e químicas do solo e da topografia influenciam no crescimento da floresta, estoque de biomassa, estrutura da floresta, na distribuição e diversidade de plantas e na variação dos processos ecológicos (QUESADA et al., 2012).

Os solos da Amazônia são em grande parte, caracteristicamente ácidos, com reduzidos níveis de fertilidade e possuem baixa disponibilidade de nutrientes para suprir as necessidades das plantas, como o Ca, P e K. Essa baixa capacidade é decorrente dos efeitos das altas temperaturas e fortes chuvas que ocorrem na Amazônia, juntamente com a formação geológica da região. Em decorrência disso, ocorre um intenso intemperismo e a lixiviação. Estudos sobre os processos de crescimento e nutrição das florestas tropicais sobre solos distróficos e álicos e sobre deposição e decomposição de serapilheira no Brasil são relativamente limitados (SANTANA et al., 2003).

É por meio dos mecanismos de transferência entre a vegetação e o solo que ocorrem os processos de sustentabilidade de florestas que crescem em solos pobres em nutrientes (SILVA et al., 2009). A habilidade da Floresta Amazônica em desenvolver-se sobre solos com pouca disponibilidade de nutrientes e com grande produção de biomassa deve-se a rápida produção e deposição de serapilheira e rápida mineralização dos elementos minerais.

As espécies florestais normalmente apresentam deposição contínua de serapilheira, sendo que em ambientes tropicais o maior volume ocorre principalmente nos períodos secos, como uma estratégia para minimizar os efeitos da menor disponibilidade de água (VILLA et al., 2016). Segundo Larcher (2000) com uma menor quantidade de folhas, diminui-se a taxa de transpiração e conseqüentemente a perda de água. Já em florestas de regiões temperadas e com temperatura mais baixa, a maior produção de serapilheira ocorre na época úmida (CIANCIARUSO et al., 2006; PIRES et al., 2006). Desse modo, as regiões com elevada precipitação pluviométrica apresentam maiores produção de serapilheira se comparadas a regiões mais secas (INKNOTTE et al., 2015).

Estimar ou quantificar o aporte de serapilheira nos ecossistemas serve para embasar o processo de intervenção em ambientes naturais, pois o aporte de nutrientes depositado no chão das florestas, oriundo da ciclagem da serapilheira, se torna o pilar de sustentação para permanência de todo o sistema.



3.2 A DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM ECOSSISTEMA FLORESTAL

O processo de decomposição e liberação de nutrientes é composto por três fases, segundo Dutta; Agrawal (2001), sendo que na primeira fase ocorre liberação rápida de nutrientes através da lixiviação, a segunda fase é de imobilização do nutriente, que pode começar logo após a lixiviação ou quando começa a ocorrer perda de massa da serapilheira, e na terceira e última fase, ocorre a liberação absoluta de nutrientes e a decomposição final da serapilheira.

A ciclagem de nutrientes depende exclusivamente da atividade dos microrganismos, componentes do solo e dos invertebrados que habitam na serapilheira acumulada e nas camadas superiores do solo, sendo estes responsáveis pelo rearranjo dos detritos e sua desintegração (PEDRO, 2017). Por ser um fator chave na manutenção e ciclagem dos nutrientes nos ecossistemas, a decomposição

da serapilheira, deve ser objeto mais amplamente estudado, especialmente nas regiões tropicais (SANTANA; SOUTO, 2011).

O processo de decomposição da serapilheira é estimado por meio de uma constante (k), indiretamente representa a velocidade com que os nutrientes contidos nela se tornam disponíveis, sendo considerada alta quando os valores de k são acima de 1,0 (WARING; SCHLESINGER, 1985). De acordo com Correia; Andrade (1999), o valor k é um dos principais índices utilizados para estimar a decomposição de serapilheira em coberturas florestais.

Os índices de decomposição da serapilheira são influenciados pelo clima, qualidade de serapilheira acumulada no solo e abundância de organismos decompositores (SMITH; BRAND, 2003). O clima é um fator importante na regulação do processo de decomposição, atuando juntamente com as características químicas e físicas dos componentes da serapilheira, a própria fauna edáfica e as características do solo que favorecem a atividades de decomposição como a porosidade, aeração e teor de matéria orgânica (HERNÁNDEZ, 2014).

Em uma escala mais ampla, os principais fatores que afetam o processo de decomposição são a temperatura e a umidade do solo (LAVELLE et al., 1993). A temperatura afeta diretamente a decomposição da matéria orgânica, exercendo forte influência sobre a atividade microbiana no solo e indiretamente altera condições microclimáticas de umidade (CHAPIN et al., 2002). Elevados teores de alguns componentes químicos como lignina, polifenóis e celulose podem também retardar o processo de decomposição da serapilheira, resultando em menores níveis de nutrientes no solo (SWIFT et al., 1979).

Outro fator que pode exercer influência na decomposição diz respeito a heterogeneidade ambiental, ou seja, fatores que atuam na composição florística e estrutura das florestas (RODRIGUES et al., 2007).

A decomposição da serapilheira contribui na formação da matéria orgânica do solo, na liberação de seus nutrientes para a biota e às plantas na evaporação de parte do dióxido de carbono, constituindo um processo que mantém a fertilidade e produtividade de todo o sistema (SCHERR, 2008).

Garantir o retorno dos nutrientes ao solo provenientes do processo de decomposição da serapilheira é imprescindível na manutenção dos ecossistemas florestais. Ecossistemas onde a entrada anual de nutrientes é baixa, o processo de

ciclagem de nutrientes, facilita o desenvolvimento de florestas em solo com baixos teores nutricionais (SCHUMACHER et al., 2004).

3.3 INFLUENCIAM A DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM ECOSISTEMAS FLORESTAIS FATORES QUE

Diversos fatores bióticos e abióticos podem influenciar a deposição de serapilheira, dentre estes podemos citar: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, deciduidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo, dependendo das características de cada ecossistema um determinado fator pode prevalecer sobre os demais (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003).

A precipitação é a variável climática que mais influência no comportamento de outros fatores como temperatura do ar, umidade do solo e velocidade do vento (SOUSA, 2003). Estudos também mostram que durante os períodos de secas sazonal ocorre um aumento no estoque de serapilheira e diminuição do índice de área foliar, caracterizando assim a sazonalidade da serapilheira (CHAVE et al., 2010).

No entanto, as folhas que são liberadas pelas copas das árvores não são apenas em respostas a variações na precipitação, mas também a radiação solar que pode ser uma das responsáveis pela liberação de novas folhas durante a estação seca (WRIGNT; VAN SCHAİK, 1994).

Vários estudos argumentam que a quantidade e velocidade de decomposição de serapilheira e seus componentes como folha, material reprodutivo e material lenhoso podem ser afetados quando estiverem sob estresse hídrico e saturação de água no solo, podendo conseqüentemente também afetar outros mecanismos envolvendo carbono e nutrientes (SILVA et al., 2009). Isto quer dizer que a produtividade primária é controlada em grande parte pela quantidade e duração de chuvas; desse modo à precipitação interanual e variações sazonais na pluviosidade restringem e controlam a produtividade e a dinâmica de nutrientes desses ecossistemas, pois a produção de folha é determinada, pelo menos em parte, pela disponibilidade de água e atividade fotossintética (DIRZO et al., 2011).

Como exemplo podemos citar o bioma amazônico, a frequência e a intensidade das secas na Amazônia poderão vir a aumentar no futuro, provocando alterações consideráveis no comportamento da floresta (HOFHANSL et al., 2014) dentre elas o aumento de queimadas naturais. O estresse por falta de água causa redução na produção de biomassa em espécies de rápido crescimento, enquanto que nas regiões de maior precipitação e menor déficit hídrico ocorre maior produtividade (STAPE et al., 2004).

Outros fatores podem influenciar na deposição das espécies florestais, podendo ocorrer uma diminuição na produção de serapilheira, e esses processos são chamados de antropização. Tais alterações antrópicas podem causar ainda mudanças na composição funcional da floresta dadas as transformações decorrentes dos processos de desflorestamento e regeneração florestal (CARREÑO-ROCA; PEÑA-CLAROS et al., 2012).

Segundo Stefani (2017), intensos processos de mudanças em relação ao uso do solo, encontram-se em andamento, alterando os padrões de funcionamento das florestas. As consequências destas mudanças incluem a destruição da biodiversidade, somando-se a grandes emissões de gases poluentes para a atmosfera, dentre esses o CO₂ (MALHI; GRACE, 2000). Este gás teve sua concentração drasticamente aumentado nos últimos anos, sendo um dos principais responsáveis pelas mudanças climáticas, cada vez mais notáveis (PARRY, 2007).

O processo de desflorestamento dos ecossistemas florestais para dar lugar a empreendimentos em nome de um suposto desenvolvimento de uma região pode influenciar nos índices de decomposição da serapilheira. A decomposição depende da atividade dos microrganismos decompositores, que por sua vez podem sofrer alterações no seu metabolismo com a presença destes poluentes (STEFANI, 2017).

Ao contrastar a produção de serapilheira de florestas maduras com florestas secundárias, verifica-se que florestas secundárias são menos eficientes quanto ao retorno dos nutrientes para o solo e que estas demoram, em geral, de 40 a 50 anos para restaurar a quantidade de matéria orgânica de uma floresta madura (BROWN; LUGO, 1990). Nesse processo, muitos fatores são importantes para a recuperação da perda de matéria orgânica, como a presença constante de nutrientes no solo, aliado a outros fatores como temperatura e precipitação.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível conhecer a dinâmica de produção de serapilheira nos ecossistemas florestais para que possamos mitigar os

impactos e elaborar estratégias para o uso racional dessas regiões, garantindo sua sustentabilidade e existência para as futuras gerações, afinal, mesmo as áreas consideradas de preservação permanente não estão livres de impactos antropogênicos. Dessa forma, a abundância de espécies é um fator preponderante para considerações acerca de adaptabilidade em diferentes ambientes edáficos (PINTO; LIMA; MEIRA-NETO, 2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas que envolvem o estudo da serapilheira nos últimos anos tem sido de muita relevância para a preservação e manutenção dos ecossistemas florestais. Se tratando de florestas, a necessidade fica mais urgente pois os olhares do mundo estão voltados para esses ambientes, seja pela riqueza de sua fauna e flora, seja pela influência que exerce no clima de outras regiões.

Diante das informações apresentadas podemos afirmar que existem ainda poucas pesquisas voltadas para o estudo da serapilheira em florestas e que boa parte não contemplam o bioma amazônico, isso pode ter relação com diferentes metodologias de estudo.

Os resultados obtidos demonstram que o aporte de nutrientes via decomposição de serapilheira tem se mostrado como a principal fonte na manutenção das florestas, haja vista que os solos desses ambientes são considerados pobres em nutrientes. O processo de decomposição de matéria orgânica é realizado rapidamente pelos microrganismos presentes no solo e os nutrientes são liberados e absorvidos imediatamente pelas plantas.

Outros resultados são enfáticos em afirmar que a camada que se forma na superfície do solo por folhas, galhos e outros compostos orgânicos contribuem para que o solo não fique desprovido totalmente favorecendo assim o processo de lixiviação dos nutrientes essenciais à manutenção das espécies florestais, uma vez que pesquisas apontam que ações antrópicas provocadas por empreendimentos que maximizam cada vez mais as atividades econômicas podem ameaçar o equilíbrio desses ecossistemas.

Sabemos que as características peculiares como adensamento e acesso a esses ambientes torna-os desafiadores e muitas das vezes limitam o avanço das pesquisas, mas ao mesmo tempo nos desafiam pela sua exuberância imposta a todos aqueles que se aventuram a estudá-los.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. A.; HIGUCHI, N. Produtividade de quatro espécies arbóreas de Terra Firme da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.39, n.1, p.105-112, 2009.

BROWN, S.; LUGO, A. E. Tropical secondary forests. **Journal of tropical ecology**, v.6, n.1, p.1-32, 1990.

CABIANCHI, G. M. **Ciclagem de nutrientes via serapilheira em fragmento ciliar do rio Urupá, Rondônia**. 2010. 101 f. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Energia Nuclear na Agricultura-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

CARREÑO-ROCADADO, G.; PEÑA-CLAROS, M.; BONGERS, F.; ALARCÓN, A.; LICONA, J. C.; POORTER, L. Effects of disturbance intensity on species and functional diversity in a tropical forest. **Journal of Ecology**, v.100, n.6, p.1453-1463, 2012.

CIANCIARUSO, M. C.; PIRES, J.S.R.; DELITTI, W.B.C.; SILVA, E.F.L.P. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio. **Acta Botânica Brasilica**, v.20, n.1, p.49-59, 2006.

CHAPIN, F. S.; MATSON, P. A.; MOONEY, H. A. Principles of terrestrial ecosystem ecology. **Springer Verlag**, New York, p. 398, 2002.

CHAVE, J.; NAVARRETE, D.; ALMEIDA, S.; ALVAREZ DAVILA, E.; ARAGÃO, L.; BONAL, D.; CHÂTELET, P.; SILVA-ESPEJO, J.E.; GORET, E.; VON HILDEBRAND, P.; JIMENEZ ROJAS, E.M.; PATIÑO, S.; PEÑUELA, M.C.; PHILLIPS, O.L.; STEVENSON, P.; MALHI, Y. Regional and seasonal patterns of litterfall in tropical South America. **Biogeosciences**, v.7, n.1, p.43-55, 2010.

CONCEIÇÃO, A.C.; JESSICA, K.; A.; COSTA, R.A.; LUIZÃO, F.J. Dinâmica da Littera Fina Sob Diferentes Coberturas Florestais na Amazônia Central. **Congresso de estudantes e bolsistas do experimento LBA**. Manaus. 2005.

CONCEIÇÃO, A.C. **Análise multianual de produção de serapilheira fina em uma floresta da Amazônia central**. 2017. 88 f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clima e Ambiente do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus- AM, maio 2017.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes. **Genesis**, Porto Alegre, p. 197-225, 1999.

COSTA, C.C.A.; CAMACHO, R.G.V.; MACEDO, I.D.; SILVA, P.C.M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú-RN. **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.259-265, 2010.

CUNHA, 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. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 379-387, 2013.

DIRZO, R.; YOUNG, H.S.; MOONEY, H.A.; CEBALLOS, G. 2011. **Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation**. 2.ed. Washington: Editora, Island press, 2011, 408 p.

DUTTA, R. K.; AGRAWAL, M. Litterfall, litter decomposition and nutrient release in five exotic plant species planted on coal mine spoils. **Pedobiologia**, v.45, n.4, p.298-312, 2001.

FERRAZ, J.; OHTA, S.; SALLES, P.C. Distribuição dos solos ao longo de dois transectos em floresta primária ao Norte de Manaus (AM). In: HIGUCHI, N.; CAMPOS, M.A.A.; SAMPAIO, P.T.B.; SANTOS, J. (Eds). **Pesquisas Florestais para a Conservação da Floresta e Reabilitação de Áreas Degradadas da Amazônia**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 1998. p. 110-143.

FERREIRA, S.J.F. Nutrientes na solução do solo em floresta de terra firme na Amazônia central submetida a extração seletiva de madeira. **Acta Amazônica**, v.36, n.1, p.59-68, 2006.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G.F.; SCHAFF, L.B.; DE FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v.13, n.1, p.11-18, 2003.

GARTNER, T.B.; CARDON, Z.G. Decomposition dynamics in mixed-species leaf litter. **Oikos Journal**, v.104, n.2, p.230-246, 2004.

GUIMARÃES, A.K.V.; PINTO, J.C.; FORTES, C.A. Acúmulo e decomposição de serapilheira em ecossistema de pastagem. **Pubvet**, v.4, n. 3, p.723-729, 2010.

HERNÁNDEZ, J. M. L. **Producción de hojarasca y retorno potencial de nutrientes en três sítios de estado de Nuevo León**. 2014. 93 f. Tese de Doutorado-Universidad de Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, México, 2014.

HOFHANSL, F.; KOBLER, J.; OFNER, J.; DRAGE, S.; POLZ, E.M.; WANEK, W. Sensitivity of tropical forest above ground productivity to climate anomalies in: SW Costa Rica. **Global Biogeochemic Cycles**, v. 28, p. 1437-1454, 2014.

HOLANDA, A.C.; FELICIANO, A.L.P.; FREIRE, F.J.; SOUSA, F.Q.; FREIRE, S.R.O.; ALVES, A.R. Aporte de serapilheira e nutrientes em uma área de caatinga. **Ciência Florestal**, v.27, n.2, p.621-633, 2017.

INKNOTTE, J.; MAFRA, A. L.; RIOS, P. D.; BARETTA, D.; VIEIRA, H. C. Deposição de serapilheira em reflorestamentos de eucalipto e florestas nativas nas regiões Planalto e Oeste do Estado de Santa Catarina. **Scientia Forestalis**, v.43, n.106, p.261-270, 2015.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**: Rima Artes. São Carlos: Textos Editora, 2000.

LAURANCE, W.F.; OLIVEIRA, A.A.; LAURANCE, S.G.; CONDIT, R. NASCIMENTO, H.E.M.; SANCHEZHORIN, A.C.; LOVEJOY, T.E.; ANDRADE, A.; D'ANGELO, S.; RIBEIRO, J.E.; E DICK. C. W. Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian forests. **Nature**, v.4, n.28, p.171-175, 2004.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; MARTIN, S.; SPAIN, A.; TOUTAN, F.; BAROIS, I.; SCHAEFER, R.A. Hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: Application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, n.25, p.130-150, 1993.

LIMA, J.S.; SATTTLER, M.A.; PASSOS, R.R.; OLIVEIRA, P.C.; SOUZA, G.S. Variabilidade espacial de atributos físicos de um argissolo vermelho-amarelo sob pastagem e vegetação secundária em regeneração natural. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 29, p 185-195, 2009.

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.

LUIZÃO, F.J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. **Ciência e Cultura**, n.59, p.31-35, 2007.



LUIZÃO, R.C.C.; LUIZÃO, F.J.; PAIVA, R.Q.; MONTEIRO, T.F.; SOUSA, L.S.; KRUIJT, B. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. **Glob. Change Biol**, n.10, p.592-600, 2004.

MALHI, Y.; GRACE, J. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. Trends in Ecology & Evolution. **Elsevier Science**, v.15, n.8, p.332-337, 2000.

OURIQUE, L.K.; SILVA, R.O.; SOUZA, C.A.S.; NOGUCHI, H.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Relação da produção de serapilheira com incremento em diâmetro de uma floresta madura na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, v.44, n.112, p.875-886, 2016.

PARRY, M.L. **Climate change 2007-impacts, adaptation and vulnerability**: Working group II contribution to the fourth assessment report of the IPCC, Cambridge University Press. 2007.

PEDRO, C.M. **Aporte e decomposição de serapilheira em um fragmento de cerrado sensu stricto**. 2017. 42 f. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2017.

PINTO, M.N.; LIMA, R.A.; MEIRA-NETO, J.A. Ecologia funcional: relação do gradiente pedológico e abundância de espécies lenhosas do Cerrado Brasileiro. **Biota Amazônia**, v.10, n.1, p.6-10, 2020.

PIRES, L.A.; BRITZ, R.M.; MARTEL, G.; PAGANO, S.N. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel. **Acta Botânica Brasílica**, v.20, n.1, p.173-184, 2006.

QUESADA, C.A.; LLOYD, J.; ANDERSON, L.O.; FYLLAS, N.M.; SCHWARZ, M.; CZIMCZIK, C.I. Soils of Amazonia with particular reference to the Rainfor sites. **Biogeosciences**, n.8, p.1415-1440, 2011.

QUESADA C.A.; PHILLIPS, O.L.; SCHWARZ, M.; CZIMCZIK, C.I.; BAKER, T.R.; PATIÑO, S.; FYLLAS, N.M.; HODNETT, M.G.; HERRERA, R.; ALMEIDA, S. Basin-wide variations in Amazon forest structure and function are mediated by both soils and climate. **Biogeosciences**, n.9, p. 2203-2246, 2012.

RODRIGUES, L.A.; CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.25-35, 2007.

SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Produção de serapilheira na caatinga da região semiárida do Rio Grande do Norte. **IDESIA**, v.29, n.2, p.87-94, 2011.

SAMPAIO, F.A.R.; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.M. Balanço de nutrientes e da fitomassa em um Argissolo Amarelo sob floresta tropical amazônica após a queima e cultivo com arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.6, p.1161-1170, 2003.

SANTANA, J.A.S.; SOUSA, L.K.V.S.; ALMEIDA, W.C. Produção Anual de serapilheira em floresta secundária na Amazônia Oriental, Belém. **Revista de Ciências Agrárias**, n.40, p.119-132, 2003.

SANTOS, J. **Análise de regressão para estimar fitomassa da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira**. 1996. 121 f. Tese de Doutorado-Universidade Federal de Viçosa, 1996.

SANTOS NETO, A.P.; BARRETO, P.A.B.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; NOVAES, A.B.; PAULA, A. Produção de serapilheira em floresta estacional semidecidual e em plantios de *Pterogyne nitens* Tul. e *Eucalyptus urophylla* s. t. blake no sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, v.25, n.3, p.633-643, 2015.

SCHEER, M.B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração. **Revista Floresta**, v.38, n.2, p.253-266, 2008.

SCHUBART, H.O.R.; FRANKEN, N.; LUIZÃO, F. J. Uma floresta sobre solos pobres. **Ciência Hoje**, n. 2, p. 26-32, 1984.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANDES, J.I.; KÖNIG, F.G. Produção de serapilheira em uma floresta de Araucária angustifolia (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.29-37, 2004.

SILVA, C.J.; LOBO, F.A.; BLEICH, M.E.; SANCHES, L. Contribuição de folhas na formação da serapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, v.39, n.3, p.591-600, 2009.

SILVA, R.M.; COSTA, J.M.N.; RUIVO, M.L.P.; COSTA, C.L.; ALMEIDA, S.S. Influência de variáveis meteorológicas na produção de liteira na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará. **Acta Amazônica**, v.39, n.3, p.573-582, 2009.

SMITH, V.C.; BRADFORD, M.A. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. **Applied Soil Ecology**, n.24, p.197-203, 2003.

STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G. Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**, n.193, p.17-31, 2004.

STEFANI, E.J.F. **Dinâmica do carbono, produção e decomposição de serapilheira, estoque e produção de raiz fina na floresta ombrófila densa atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar**. 2017. 183 f. Tese de Doutorado-Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, 2017.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Press Berkeley: University of California, p. 372, 1979.

VILLA, E.B.; PEREIRA, M.G.; ALONSO, J.M.; BEUTLER, S.J.; LELES, P.S.S. Aporte de serapilheira e nutrientes de floresta arbórea com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.1, p.90-99, 2016.

VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em Zona Ripária. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

WARING, R.H.; SCHLESINGER, W.H. **Decomposition and forest soil development**. Academic Press, New York, p. 340-365, 1985.

WERNECK, M.S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L.F. Produção de serapilheira em trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto-MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.2, p.195-198, 2001.

WRIGHT, S.J.; VAN SCHAIK, C.P. Light and the phenology of tropical trees. **American Naturalist**, p.192-199, 1994.