

Eixo Temático ET-11-008 - Outros

DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ, AMAZÔNIA CENTRAL

Fabiana Letícia de Oliveira Ferreira¹, Eduardo André Ribeiro Valim²,
Mariana Terrôla Martins Ferreira¹, Tamara Felipim¹, Auristela dos Santos Conserva³

¹Grupo em Ecologia Florestal, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
E-mail: fabiana.oliveira@mamiraua.org.br.

²Instituto de Ciências da Vida Weihenstephan, Universidade Técnica de Munique.

³Universidade de São Paulo.

RESUMO

A serapilheira é de fundamental importância por atuar na superfície do solo como um sistema de entrada e saída de nutrientes. Ela é composta por folhas, galhos, material reprodutivo (flores, frutos e sementes), além de resíduos animais. Através da produção e decomposição da serapilheira ocorrem a transferência de nutrientes, matéria orgânica e energia da vegetação para o solo, e o seu reaproveitamento pelo ecossistema. O objetivo do trabalho foi quantificar e comparar a decomposição de serapilheira nas diferentes fitofisionomias da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Para estimar a taxa de decomposição foram utilizadas bolsas de decomposição (*litterbags*) de 20 por 20 cm, feitas com tela de náilon (malha de 2mm), cada uma contendo 10g de folhas. Em outubro de 2015 na estação seca foram distribuídas 240 bolsas de decomposição em 30 parcelas, oito bolsas em cada parcela. A cada período foram retiradas 20 bolsas de cada fitofisionomia dando um total de 60 bolsas por período. Essas bolsas permaneceram incubadas por 90 dias e ocorreram três coletas (30, 60,90). Em fevereiro de 2016 na estação cheia foram instaladas mais 300 bolsas que permaneceram incubadas por 210 dias e ocorreram cinco coletas (30, 60, 120, 180 e 210) e também ocorreu uma coleta após 365 dias (outubro de 2016). Para as três fitofisionomias estudadas, a taxa de decomposição após o período de 90 dias teve perda de massa de 65% na várzea alta, 66% na várzea baixa e 74% no chavascal na estação seca e na estação cheia após 210 dias a taxa decomposição teve perda de massa de 48% na várzea alta, 51% na várzea baixa e 67% no chavascal. E após o período de 365 dias a perda de massa foi de 25% na várzea baixa, 27% na várzea alta e 52% no chavascal. Com isso, os resultados obtidos demonstram que a taxa de decomposição para as três fitofisionomias foi um pouco mais acelerada no período seco. Sendo assim, esses resultados evidenciam a importância de mais estudos sobre a dinâmica de serapilheira no ambiente de várzea, acrescentando sua utilidade na elaboração de projetos de manejo e/ou conservação.

Palavras-chave: Serapilheira; Decomposição, Amazônia Central.

INTRODUÇÃO

As planícies inundáveis são áreas que oscilam entre as fases terrestre e aquática e são marcadas pela alta complexidade estrutural, refletida por um mosaico paisagístico e funcional decorrente das drásticas modificações sazonais as quais o sistema é submetido periodicamente. A inundação está associada à variação do nível da água, que provoca a expansão, contração e fragmentação dos sistemas aquáticos e terrestres, além de interferir no grau de conectividade entre as partes do sistema (SILVA, 2013).

A variação do nível da água observada nos grandes rios da Amazônia é resultado do volume total das chuvas em suas cabeceiras, induzindo uma sazonalidade dos rios de áreas alagáveis. As áreas alagáveis associadas aos grandes rios da Amazônia ocupam uma área total de aproximadamente 600.000 km², sendo que o complexo Solimões/Amazonas e seus afluentes (Madeira, Purus, Japurá, etc.) inundam periodicamente cerca de 400.000 km², representando o

maior sistema hidrológico do planeta (MELACK; HESS, 2010). O alagamento sazonal do rio Solimões causa uma elevação anual de 10m no nível da água, chegando a atingir na Amazônia Central sua máxima inundação aproximadamente nos meses de junho e julho e com um período de vazão mínima de outubro e novembro (PIEADADE et al., 2000; XAVIER, 2009).

Segundo Prance (1980), há dois tipos de florestas inundáveis na Amazônia: a várzea, que se caracteriza por um alagamento oriundo de águas brancas ou barrentas e os igapós, alagados por águas pretas ou claras. Já Wittmann et al. (2002), definiram as florestas de várzea conforme a altura da coluna d' água e o tempo de inundação em várzea baixa e várzea alta. Onde a várzea baixa se estabelece em locais com média anual da coluna d' água maior que 3 m e estão sujeitos a um período de alagação superior a 50 dias por ano. Enquanto que, as florestas de várzea alta se estabelecem em áreas onde a altura da coluna d' água é inferior a 3m de profundidade e permanecem alagadas por menos de 50 dias por ano (WITTMANN et al., 2004). A distribuição das florestas de várzea na porção sul da RDSM entre os rios Japurá, Solimões e Auati-Paraná, são as seguintes: várzea alta 873 km² (18,7%), várzea baixa 1.753 km² (37,7%) e chavascal 711 km² (18%) (FERREIRA-FERREIRA et al., 2014).

As várzeas dos rios Amazonas, Solimões e seus principais tributários são alagadas por rios de água branca ou barrenta com um pH quase neutro, representam um dos ecossistemas mais dinâmicos da bacia Amazônica que se expressa em uma produtividade primária líquida elevada (NPP) de sua cobertura vegetal (SIOLI, 1968; WITTMANN et al., 2004; XAVIER, 2009).

A produtividade primária líquida é um dos componentes do ciclo de carbono e é utilizada para avaliar o balanço de carbono em escala regional e global. Ela pode ser definida como o balanço entre a biomassa produzida pela fotossíntese (produtividade primária bruta-PPB) e a respiração autotrófica da vegetação por unidade de espaço e tempo e pode ser expressa em unidades de matéria orgânica seca. É um dos processos ecológicos mais modelados, pois reflete tanto a produtividade da vegetação quanto o sequestro de carbono (FERREIRA et al., 2013).

Sendo assim, não é possível avaliar essa diferença em campo, uma forma alternativa de avaliar a produtividade primária é verificar o total de matéria orgânica produzida ao longo de um determinado intervalo e isso pode ser feito por meio do estudo da serapilheira (CLARK et al., 2001).

A serapilheira é formada por materiais vegetais decíduos depositados sobre o solo, sendo a fração foliar sua maior constituinte, representando até 80% de toda a serapilheira depositada em ecossistemas florestais tropicais, os galhos representam de 12% a 15% e a miscelânea (flores, frutos, casca de árvores, etc) representa de 1 a 15% (SOUSA, 2003; NUNES et al., 2012). O acúmulo de serapilheira reduz amplitudes de variação de temperatura do solo e também a taxa de evaporação, aumentando a umidade local e criando uma maior diversidade de habitats e microclimas que podem influenciar diretamente no desenvolvimento da macro e microfauna decompositora, aumentando conseqüentemente a taxa de retorno de nutrientes ao solo (PAULA, 2007; TERROR, 2009; SIMONELLI, 2011; GODINHO et al., 2013).

A produção de serapilheira tem sido muito estudada nos mais diversos ecossistemas florestais (TERROR, 2009, BAMBI, 2007). Através desses estudos foi possível observar um padrão recorrente na maioria desses ecossistemas que é a sazonalidade da produção de serapilheira em resposta à variação de importantes fatores ambientais ao longo do ano. Esses fatores podem ser tanto abióticos como bióticos tais como: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, herbivoria, deciduidade, estágio sucessional, evapotranspiração, disponibilidade hídrica e características do solo (PARRON et al., 2004; GONÇALVES, et al., 2007; TERROR, 2009; GODINHO et al., 2013).

A serapilheira por ser a principal via de transferência de matéria orgânica é utilizada para comparar a eficiência de utilização de nutrientes, em diferentes florestas. As folhas da serapilheira, por apresentar pequena variação em sua distribuição espacial, em seu conteúdo de nutrientes, e por ser a responsável pela maior parte de transferência anual de nutrientes ao solo, se torna a fração mais adequada para comparação entre ecossistemas florestais (SILVA, 2013).

A velocidade com que os nutrientes da serapilheira retornam ao solo depende da colonização por microrganismos que a utilizam como recurso energético, liberando CO₂, para atmosfera e nutrientes inorgânicos para o solo (TERROR, 2009).

Nas florestas tropicais o processo de decomposição é uma importante fonte de nutrientes. Através das medidas de decomposição é possível determinar o fluxo de carbono e nutrientes para o solo (ADUAN, 2003).

Sendo assim, a decomposição da serapilheira acumulada sobre o solo do ponto de vista ecológico é a fase mais importante da ciclagem de nutrientes minerais. A degradação começa assim que a folha se forma e continua por toda sua vida, através do ataque de organismo. O processo se divide em três fases: I. Lixiviação, onde ocorre a perda rápida de material solúvel, pela ação da água da chuva; II. Intemperismo, ruptura mecânica dos detritos e III. Ação biológica, fragmentação gradual e oxidação dos detritos pelos organismos vivos (SOUSA, 2003; SCORIZA, 2012).

A taxa de decomposição é controlada tanto por fatores abióticos e bióticos, esses fatores são as condições ambientais, características da comunidade decompositora, quantidade e qualidade de substrato disponível (SANCHES et al., 2009).

Sanchez e colaboradores (2009) relatam em seu estudo que a Amazônia Central, possui evidências de que as taxas de decomposição são muito afetadas pelas variações sazonais, formando padrões distintos nas estações chuvosa e seca. Segundo, Luizão (1982) a taxa de decomposição é muito maior na época chuvosa do que na época seca. Por fim, as florestas tropicais possuem uma comunidade de múltiplas espécies de flora, fornecendo à serapilheira composição diversificada e um ciclo de nutriente mais estável estabelecendo, consequentemente, uma comunidade de decompositores diversificada e de intensa dinâmica; este fato ocorre em virtude dessas florestas se situarem em uma região em que o clima é definido por uma estação seca e outra úmida (SANCHES et al., 2009).

A natureza e a magnitude dessas estações podem interferir na produção e acúmulo de serapilheira no solo, podendo apresentar diferenças interanuais. Esta variabilidade anual na produção de serapilheira enfatiza uma das dificuldades na estimativa da taxa de decomposição pela produção e acúmulo de serapilheira. Entender a estrutura e a composição do ecossistema florestal é um dos primeiros passos para se determinar uma melhor forma de manejo (SANCHES et al., 2009).

OBJETIVO GERAL

Quantificar e comparar as taxas de decomposição nas diferentes fitofisionomias da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - RDSM que está situada na região Centro-Oeste do Estado do Amazonas, sua porção mais a leste fica nas proximidades da cidade de Tefé, possuindo uma área total de 1.124.000 hectares, coberta por Florestas Alagáveis de Várzea (Floresta Ombrófila Densa Aluvial). A RDSM está localizada entre a confluência dos rios Solimões e Japurá e o canal do Auti-Paraná, inserindo-se no ecossistema de várzea, que representa 60.000 a 100.000 km² (cerca de 5%) de toda extensão amazônica (MAMIRAUÁ, 1996). A RDSM é a única unidade de conservação do país completamente inserida em áreas de várzea. O clima na região é do tipo Af (Köppen) com precipitação média anual de 2.400 mm, concentrando a maior precipitação entre janeiro e abril e a menor precipitação em junho, a temperatura máxima oscila entre 30 °C a 33 °C e a mínima entre 21 °C e 23 °C. Sendo a média da amplitude térmica de 8 °C a 10 °C. (MAMIRAUÁ, 1996; RAMALHO et al., 2009). Na RDSM os principais tipos de vegetação observados são o chavascal, várzea baixa e várzea alta. Onde, as florestas de várzea são altas postadas ao longo das margens, enquanto que os chavascais apresentam uma floresta esparsa, de menor porte e maior espaçamento entre as árvores, com ocorrência de muitos cipós, espinheiros e arbustos em

seu sub-bosque. Em algumas áreas de chavascal ocorre à dominância por gramíneas ou por arvoretas, além de árvores de espécies pioneiras, já nas florestas de várzea podemos encontrar as maiores diversidades de plantas (IDS, 2010; FERREIRA-FERREIRA et al., 2014).

Coleta de dados

Para a estimativa da taxa de decomposição da serapilheira foram utilizadas bolsas de decomposição de 20 x 20 cm, feitas com tela de náilon (malha de 2mm), cada uma contendo 10g de folhas previamente secas em estufa a 60°C durante 72 h (VALIM, 2012). Em outubro de 2015 na estação seca houve a distribuição de 240 bolsas de decomposição em 30 parcelas, oito bolsas em cada parcela, essas bolsas permaneceram incubadas durante o período da seca, onde o processo de decomposição foi acompanhado por 90 dias e ocorreram três coletas (30, 60, 90) sendo de outubro de 2015 até o final da estação seca e uma coleta com 365 dias (outubro de 2016). No início da estação cheia, foram instaladas mais 300 bolsas de decomposição (10 em cada parcela). Essas bolsas foram presas com linha de náilon e corda trançada de 3,0 mm em tubos de PVC fincados ao solo, a altura dos tubos variou de 4 a 8 m conforme o nível de inundação de cada fitofisionomia, para coletar as bolsas de decomposição em cada período a corda presa nas bolsas e no tubo foi puxada para erguer e assim coleta-las, (modelo adaptado do sistema de ancoragem apresentado por Capps e colaboradores (2011).

Esse método permitiu que as bolsas de decomposição ficassem submersas durante o período de inundação (CAPPS et al., 2011; VALIM, 2012). O período de decomposição na cheia foi acompanhado durante 210 dias e ocorreram cinco coletas (30, 60, 120, 180, 210), sendo de fevereiro de 2016 até setembro de 2016, para comparar a velocidade de decomposição em cada estação (seca e cheia) (MITRE, 2011; VALIM, 2012).

Após as coletas, as bolsas foram recondicionadas em saco plástico individual para que não houvesse perda de massa ao longo do transporte até laboratório. No laboratório ocorreu primeiramente a limpeza das bolsas para retirada de terra, raízes ou qualquer outra impureza aderida. Feito esse procedimento o material remanescente era transferido para um saco de papel devidamente identificado e de massa conhecida e levado à incubadora a 40° C por 48h e por último pesado para avaliar a massa remanescente (NUNES et al., 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento de decomposição após 90 dias de incubação no período seco, teve massa remanescente de 74% para o chavascal, 66% para várzea alta e 65% várzea baixa (Figuras 1A e B). Já no período cheio após 210 dias de incubação o chavascal apresentou 67% de massa remanescente, a várzea baixa 51% e a várzea alta 48% e após o período 365 dias que acompanhou os dois períodos (seca e cheia) a massa remanescente do chavascal foi de 52%, da várzea alta 27% e várzea baixa 25%.

Nota-se que a taxa de decomposição foi um pouco mais acelerada no período seco (Figuras 1A e B), segundo Luizão (1982) nas regiões de clima tropical como a Amazônia, a influência que a pluviosidade exerce é de extrema importância para o acúmulo, velocidade de decomposição e liberação de nutrientes. Com isso, no período seco em terra firme a velocidade de decomposição da serapilheira é lenta. E na estação chuvosa, a velocidade de decomposição e o tempo necessário para a serapilheira ser reduzida à metade é muito curto. Alguns autores como Wieder e Wright (1995), avaliaram em seus trabalhos que o aumento da temperatura e precipitação frequentemente correlacionam-se com taxas aceleradas de decomposição no ambiente, já Schuur (2001) sugere que a precipitação anual média (PAM) elevada leva a saturação do solo, com isso, ocorre ausência de oxigênio e assim retarda a decomposição.

Além disso, fatores bióticos e abióticos interferem na decomposição de serapilheira, podendo esses fatores variar de ano para ano, sendo necessário estudos por períodos mais prolongados para acompanhar essas variáveis. Segundo Sanches e colaboradores (2009) os fatores que mais influenciam são as condições ambientais, características da comunidade decompositora, quantidade e qualidade de substrato disponível.

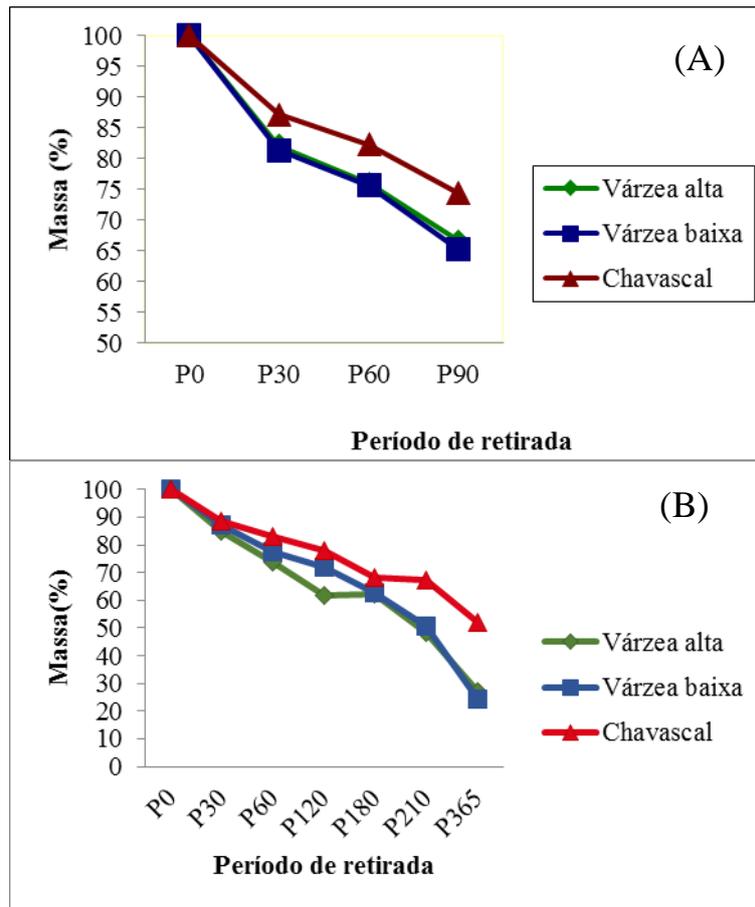


Figura 1. Percentual de massa remanescente. A) durante 90 dias de decomposição nas três fitofisionomias (período seco). B) durante 365 dias de decomposição nas três fitofisionomias (período cheia).

Isso mostra a importância de mais estudos sobre decomposição no ambiente de várzea para determinar quais fatores realmente influenciam na taxa de decomposição no ambiente de várzea.

CONCLUSÕES

A taxa de decomposição foi um pouco mais elevada no período seco, alguns trabalhos realizados na Amazônia, tiveram resultados opostos, onde a taxa de decomposição foi maior na estação cheia, porém no ambiente de várzea onde a condição de saturação do solo com o longo período de inundação, pode levar a uma situação de hipóxia do solo, fazendo com que a ação dos microrganismos que auxiliam na decomposição seja reduzida, além de interferir no desenvolvimento e atividade de raízes finas, que param de excretar enzimas e substâncias que facilitam a decomposição.

Sendo assim, é de extrema importância os estudos sobre a dinâmica de serapilheira no ambiente de várzea, levando em consideração sua utilidade na elaboração de projetos de manejo e/ou conservação.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá pela infraestrutura e pessoas responsáveis por toda logística de campo, ao Fundo Amazônia (BNDES) pelo financiamento, aos meus colegas do Grupo de Pesquisa em Ecologia Florestal (Tamara Felipim, Sarah Magalhães, Paulo Nascimento, Leonardo Reis e Mariana Ferreira) aos meus parceiros de campo

em especial ao Erivan Lima de Castro e a comunidade São Raimundo do Jarauá, ao Eduardo Valim e a todos que contribuíram com o desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- ADUAN, R.E.; VILELA, M.F.; KLINK, C.A. **Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres: o caso do Cerrado Brasileiro**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2003.
- BAMBI, P. **Variação sazonal do índice da área foliar e sua contribuição na composição da serapilheira e ciclagem de nutrientes na Floresta de transição no norte do Mato Grosso**. 2007. 101f. Dissertação (Física e Meio Ambiente) Universidade Federal do Mato Grosso
- CAPPS, K.A.; GRAÇA, M.; ENCALADA, A.C.; FLECKER, A.S. Leaf-litter decomposition across three flooding regimes in a seasonally flooded Amazonian. **Journal of Tropical Ecology**, v. 27. p.205-210, 2011.
- CLARK, D.A.; BROWN, S., KICKLIGHTER, D.W.; CHAMBERS, J.Q.; THOMLINSON, J.R., NI, J. HOLLAND, E. Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. **Ecological Applications**, v. 11, n. 2, p. 371-384, 2001.
- FERREIRA-FERREIRA, J.; SILVA, T.S.F.; STRECHER, A.S.; AFFONSO, A.G.; FURTADO, L.F.A.; FORSBERG, B.R.; VALSECCHI, J.; QUEIROZ, H.L.; NOVO, E.M.L.M. Combining ALOS/PALSAR derived vegetation structure and inundation patterns to characterize major vegetation types in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Central Amazon floodplain, Brazil. **Wetlands Ecol Manage.**, 2014.
- FERREIRA, S.; VARONE, F.; ALVES, R. Alterações na produtividade primária líquida na área alagada pelo reservatório hidrelétrico Serra do Facão. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril 2013, INPE.
- GODINHO, T.O.; CALDEIRA, M.V.W.; CALIMAN, J.P.; PREZOTTI, L.C.; WATZLAWICK, L.F.; AZEVEDO, H.C.A.; ROCHA, J.H.T. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trechos de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 131-144, 2013.
- GONÇALVES, J.F.; GRAÇA, M.A.S.; CALLISTO, M. Litter decomposition in a Cerrado savannah stream is retarded by leaf toughness, low dissolved nutrients and a low density of shredders. **Freshwater Biology**. n. 52, p. 1440-1451, 2007.
- IDSMS. Plano de Gestão Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. In: IDSMS. Caracterização da RDSM. TEFÉ-AM, 2010.
- LUIZAO, F. J. **Produção e decomposição da liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central: aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira**. 1982. 107 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - INPA: Fundação Universidade do Amazonas, Manaus.
- MAMIRAUÁ. Plano de Manejo. 1. ed. Brasília: SCM, CNPq/MCT; Manaus: IPAAM, 1996.
- MELACK, J.M.; HESS, L.L. Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazon basin. In: Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Parolin, P. (Eds.). **Ecology and management of Amazonian floodplain forests Ecological Studies**, v. 210. Springer, Berlin, p. 43-59, 2010.
- MITRE, S.K. **Decomposição de detritos foliar alóctones e dinâmica de nutrientes em sistema lóticos no Cerrado**. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, DF. 2011.
- NUNES, E.N.; ANSELMO, M.G.V.; ALVES, F.A.L.; HOLANDA, A.E.R.; ROSA, J.H.; ALVES, C.A.B.; LUCENA, R.F.P.; SOUTO, J.S. Análise da taxa de decomposição da serapilheira na Reserva Ecológica Mata do Pau-Ferro, Areia- PB. **Gaia Scientia**, v. 6, n. 1, p. 01-06, 2012.
- PARRON, L.M.; BUSTAMANTE, M.M.C.; PRADO, C.L.C. **Produção e composição química da serapilheira em um gradiente topográfico em Mata de Galeria no Bioma Cerrado**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2004.

PAULA, R.R.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, L.F.T. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em três áreas com florestas periodicamente inundadas na restinga da Marambaia- RJ. Anais do Congresso de Ecologia do Brasil 23 a 28 de setembro de 2007, Caxambu- MG.

PIEPADE, M.T.F.; JUNK, W.W.; PAROLIN, P. The flood pulse and photosynthetic response of trees in a White water floodplain (varzea) of Central Amazon, Brazil. **Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Limnologie**, v. 27, p. 1734-1739, 2000.

PRANCE, G.T. A terminologia dos tipos de florestas Amazônicas sujeitos à inundação. **Acta Amazonica**, v. 10, p. 495-504, 1980.

RAMALHO, E.E.; MACEDO, J.; VALSECCHI, J.; CALVIMONTES, J.; MARMONTEL, M.; QUEIROZ, H.L. O ciclo hidrológico nos ambientes de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá- Médio Rio Solimões, período de 1990 a 2008. **UAKARI**, v. 5, n. 1, p. 61-87, 2009.

SANCHES, L.; VALENTINI, C.M.A.; BIUDES, M.S.; NOGUEIRA, J.S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 183-189, 2009.

SCORIZA, R.N.; PEREIRA, M.G.; PEREIRA, G.H.A. MACHADO, D.L.; SILVA, E.M.R. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados á ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 1-18, 2012.

SILVA, L.B. **Relação entre aporte de serrapilheira, nutrientes e efluxo de dióxido de carbono em floresta inundável de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal Mato-Grossense**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-graduação em Física, 2013.

SIMONELLI, M.; REIS, B.N.; HARB, T.B.; CORREIA, G.G.S. Produção de serapilheira como bioindicador de restauração no município de Santa Leopoldina, ES. Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental – 14 a 16 de setembro de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari-ES.

SIOLI, H. Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon Region. **Amazoniana**, v. 3, p. 267-277, 1968.

SOUSA, S.G.A. **Produção e decomposição de serapilheira de uma floresta ombrófila mista aluvial, Rio Birigui, Araucária-PR**. 144f. Tese (Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná. 2003.

TERROR, V.L. **Ciclagem de nutrientes no sistema solo-planta em uma floresta paludosa no Parque Estadual do Itacolomi, MG**. 71f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente, 2009.

VALIM, E.A.R. **Ciclagem de nutrientes no sistema atmosfera-solo-planta em formação campestre e florestal sobre Canga em Minas Gerais**. 95f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente. 2012.

WITTMANN, F.; JUNK, W.F.; PIEPADE, M.T.F. The varzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. **Forest Ecology and Management**, v. 196, p. 199-212, 2004.

WIEDER, K.; WRIGHT, J.S. Tropical forest litter dynamics and dry season irrigation on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, v. 76, n. 6, p. 1971-1979, 1995.

XAVIER, G.P.S. **Mudanças no estoque de carbono da biomassa lenhosa de floresta de várzea baixa da Amazônia Central ao longo de um gradiente sucessional**. Manaus: INPA/UFAM. Dissertação (Mestrado em Botânica). 2009.