

Dinâmica da Serapilheira em Floresta Estacional Semidecidual atingida por Barragem Hidrelétrica

Raphael Marinho Siqueira^{1*}  e Flávia Maria da Silva Carmo² 

¹Mestre em Ecologia, Técnico de Laboratório de Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil. (*Autor correspondente: raphaelmsiqueira@gmail.com)

²Doutora em Biologia Vegetal, Professora da Universidade Federal de Viçosa, Brasil. In Memoriam

Histórico do Artigo: Submetido em: 27/04/2022 – Revisado em: 17/06/2022 – Aceito em: 11/09/2022

RESUMO

O pulso de inundação é a principal força que atua nos processos ecossistêmicos de ambientes que sofrem influência direta do rio. Entre essas áreas encontramos as matas ripárias que têm sido intensamente impactadas pela instalação de hidrelétricas e seus reservatórios. Baseado na premissa que o barramento da água pode gerar alterações nos processos ecossistêmicos de um fragmento de floresta, foi avaliado se o funcionamento do ecossistema florestal sob influência direta da inundação é semelhante ao de uma mata ripária. Foram testadas as hipóteses: (1) A produção de serapilheira é menor às margens do reservatório em relação ao interior do fragmento e; (2) A decomposição da serapilheira é maior às margens do reservatório em relação ao interior do fragmento. O desenho amostral utilizou seis transectos de 100x20m, distantes 90m entre si, apresentando cinco parcelas de 20x20m cada. As primeiras parcelas de cada transecto foram instaladas na borda da vegetação, seguindo para o interior do fragmento. Para avaliar a produção da serapilheira foram instalados 30 coletores centrais, um em cada parcela. A decomposição da serapilheira foi avaliada utilizando-se bolsas com material foliar, com 12 bolsas cada parcela. Os resultados encontrados mostram que a produção e a decomposição da serapilheira crescem com o aumento da distância do reservatório, entretanto somente a produção da serapilheira é similar aos resultados das matas ripárias, com a decomposição apresentando resultado oposto ao padrão. Esses dados mostram que o fragmento em estudo não pode ser considerado como uma mata ripária nem como uma mata de terra firme.

Palavras-Chaves: Produção, decomposição, serapilheira, hidrelétrica, mata ripária.

Litter Dynamics in a Seasonal Semideciduous Forest affected by a Hydroelectric Dam

ABSTRACT

The flood pulse is the main force that acts on ecosystem processes in environments that are directly influenced by the river. Among these areas we find riparian forests that have been intensely impacted by the installation of hydroelectric dam and their reservoirs. Based on the premise that the water dam can generate changes in the ecosystem processes of a forest fragment, it was evaluated whether the functioning of the forest ecosystem under the direct influence of the flood is similar to that of a riparian forest. The following hypotheses were tested: (1) Litter production is lower at the margins of the reservoir in relation to the interior of the fragment and; (2) Litter decomposition is greater at the edges of the reservoir in relation to the interior of the fragment. The sampling design used six 100x20m transects, 90m each other, with five plots of 20x20m each. The first plots of each transect were installed on the edge of the vegetation, moving towards the interior of the fragment. To evaluate the litter production, 30 central collectors were installed, one in each plot. Litter decomposition was evaluated using bags with leaf material, with 12 bags in each plot. The results found show that litter production and decomposition increase with increasing distance from the reservoir, however, only litter production is similar to the results of riparian forests, with decomposition showing opposite results to the pattern. These data show that the fragment under study cannot be considered as a riparian forest or as forest.

Keywords: Production, decomposition, litter, hydroelectric, riparian forest.

Siqueira, M. R., Carmo, F. M. da S., (2022). Dinâmica da Serapilheira em Floresta Estacional Semidecidual atingida por Barragem Hidrelétrica. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.10, n.2, p.281-296.



1. Introdução

Segundo Junk et al., (1989) o pulso de inundação das margens de rios é a principal força que mantém a biodiversidade e a produtividade nessas áreas, cujas comunidades respondem diretamente à intensidade, duração e frequência da inundação, tanto estruturalmente quanto funcionalmente. Também as interações ecológicas entre a biota terrestre e aquática são influenciadas pela inundação, que promove ainda a troca de matéria orgânica e de organismos entre o rio e as áreas adjacentes que sofrem essa inundação (Tockner et al., 2010; Nislow et al., 2002; Junk et al., 1989). Dentre essas áreas encontram-se as matas ripárias ou ciliares, caracterizadas como formações vegetais restritas às margens de corpos d'água e que podem sofrer sazonalmente influências do extravasamento das águas fluviais (Rodrigues, 2004).

As matas ripárias são de grande importância para a manutenção e o funcionamento dos ecossistemas terrestres e aquáticos adjacentes, sendo fonte de alimento para animais terrestres e aquáticos, constituindo corredores ecológicos e barreiras contra o carreamento de poluentes (Nunes & Pinto, 2007) e de material particulado para dentro dos cursos d'água. Além disso, a vegetação ripária pode auxiliar na diminuição da erosão do solo às margens dos rios. Nessas comunidades, a composição de espécies, a riqueza biológica e os processos ecossistêmicos são intimamente influenciados pela elevação sazonal do nível dos corpos d'água (Agostinho et al., 2004; Nislow et al., 2002; Xiong & Nilsson, 1997).

A instalação dos reservatórios das barragens hidrelétricas gera um impacto ecológico em grandes extensões territoriais, que transforma o ambiente de forma rápida e drástica. O represamento dos cursos d'água para a formação desses lagos artificiais causa a elevação dos níveis dos rios e a inundação de suas margens além dos seus leitos originais, por quilômetros de extensão. Como consequência da inundação ambientes anteriormente secos são rapidamente transformados em aquáticos, tendo suas características abióticas alteradas. As formações vegetacionais ripárias e parte da vegetação adjacente ficam submersas e morrem, levando também à morte, ou ao deslocamento, outros seres vivos a elas associados.

Como consequência, nos limites superiores dos reservatórios são estabelecidas novas margens, em locais originalmente de terra firme. Nessas novas margens as condições abióticas também são alteradas, principalmente devido ao aumento da disponibilidade de água no solo e à sazonalidade dos pulsos de inundação das áreas adjacentes. Ao longo do tempo, espécies vegetais tolerantes a essas novas condições se estabelecem no local em substituição àquelas intolerantes, que são eliminadas (Fukami et al., 2005; Rodrigues & Shepherd, 2004).

Em decorrência dessas mudanças abióticas e bióticas, o funcionamento desses ecossistemas também pode ser drasticamente alterado (Toscan et al., 2014). A dinâmica de produção da matéria orgânica e a formação da camada de serapilheira sobre a superfície do solo, assim como a sua decomposição, e a manutenção das populações de seres detritívoros e decompositores associados à serapilheira são alguns dos processos que podem ser modificados pela disponibilidade de água. Alterações nesses processos ecológicos têm como consequências alterações no funcionamento do ecossistema como um todo, com reflexos sobre a biodiversidade, a estabilidade e a persistência das comunidades locais.

Os processos ecossistêmicos, como a produção e decomposição da serapilheira são conhecidos para as formações vegetais que sofrem influência direta da inundação. Em áreas que sofrem influência direta da inundação a produção da serapilheira é menor em relação às áreas que não sofrem essa influência, as áreas de terra firme (Rodrigues, 2004). Os mesmos padrões são encontrados para vários ecossistemas úmidos, como as vegetações ripárias, florestas paludosas e ecossistemas de wetlands (Terror et al., 2011; Parron et al., 2004; Xiong & Nilsson, 1997; Malanson, 1993; Conner et al., 1981). Em relação à decomposição da serapilheira a taxa ou a velocidade de decomposição é maior nas áreas sob influência direta da inundação em contrapartida com as áreas de terra firme (Riedl et al., 2013; Ruan et al., 2005; Vital et al., 2004; Nilsson & Grelsson, 1990).

A decomposição da serapilheira é diretamente dependente da ação da fauna edáfica. Esses organismos

quebram e fragmentam o material vegetal, disponibilizando esse substrato para a atividade dos microrganismos, que mineralizam e humificam a matéria orgânica, possibilitando aos vegetais a absorção desses minerais (Lima et al., 2010). Uma parte dos representantes da fauna edáfica também são considerados engenheiros do ecossistema, porque modificam a estrutura do solo enquanto se movimentam entre seus perfis, horizontes (Correia & Andrade, 2005). Contudo, em nossa extensa pesquisa bibliográfica foram encontrados poucos trabalhos que avaliam esses processos ecossistêmicos em áreas de mata atlântica que sofrem distúrbio de inundação causado pela cheia dos reservatórios das usinas hidrelétricas.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar o funcionamento ecossistêmico de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (FES) sob influência de inundação sazonal pelas águas do reservatório de uma Usina Hidrelétrica (UH). Baseado na premissa de que o barramento da água pode gerar alterações nos processos ecossistêmicos de um fragmento de floresta, foram estudadas a produção e a decomposição da serapilheira, bem como a diversidade e a abundância da macrofauna associadas a ela, visando responder se o funcionamento do ecossistema no fragmento florestal sob influência direta da inundação é semelhante ao de uma mata ripária. Foram testadas as seguintes hipóteses: (1) a produção de serapilheira é menor às margens do reservatório em relação ao interior do fragmento; (2) a decomposição da serapilheira é maior às margens do reservatório em relação ao interior do fragmento.

2. Materiais e Métodos

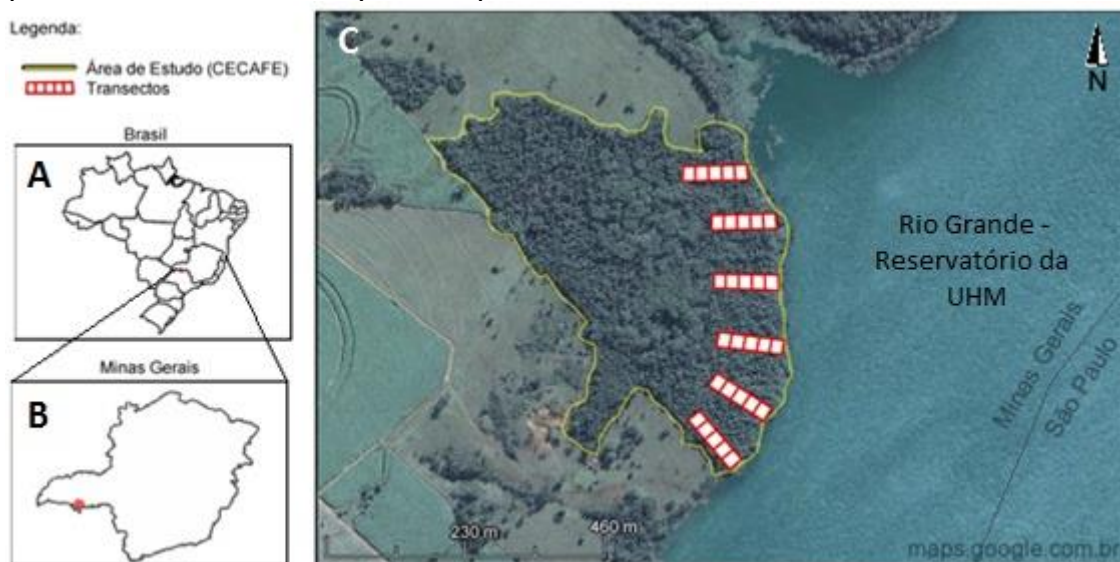
2.1 Localização e descrição da área de estudo

As coletas foram feitas em um fragmento secundário de Floresta Estacional Semidecidual (FES) de aproximadamente 34 hectares, localizado no município de Frutal, MG (20°14'23,48''S e 48°52'45,63''O). O clima da região é caracterizado como Aw, ou clima tropical de savana com estação seca de inverno (Sá-Júnior, 2009; Kottek, et al., 2006). Apresenta duas estações bem definidas: uma seca, de abril a setembro, e outra chuvosa, de outubro a abril, com precipitação pluviométrica regional variando anualmente entre 1250 e 1750mm (Roldão & Assunção, 2012; Novais, 2011).

O remanescente de mata sob investigação está localizado às margens do Rio Grande e é um fragmento da vegetação originalmente existente no local, antes da construção da Usina Hidrelétrica de Marimondo (UHM), (Figura 1). Com a implantação da UHM, a faixa ciliar da vegetação margeando o rio, foi submersa pelas águas do reservatório da usina. Atualmente a vegetação que persiste no local está localizada a aproximadamente 160m da calha do Rio Grande, além da área de inundação sazonal, com a porção próxima ao reservatório do rio.

Esse fragmento está inserido em uma matriz de pastagens e lavouras de cana-de-açúcar, sendo limitado pelo lado oeste, por terra firme e a leste pela margem do lago da UHM (Figura 1C).

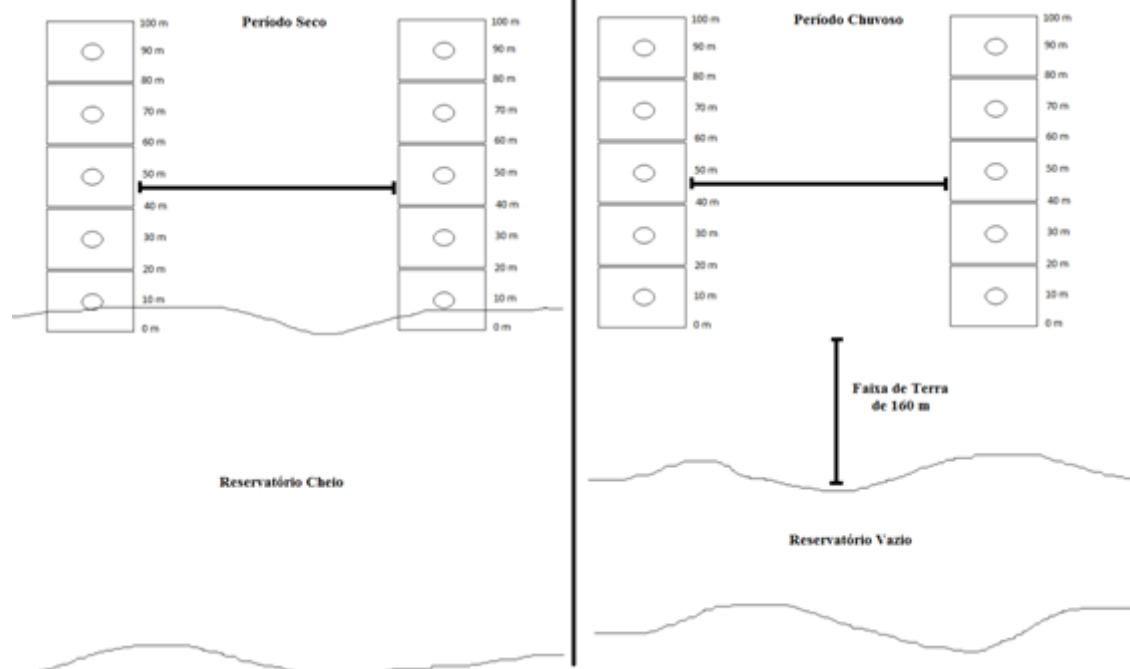
Figura 1 – Localização da área de estudo. A – Mapa do Brasil; B – Mapa de Minas Gerais com o município de Frutal marcado em vermelho; C – Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual estudado. Os transectos medindo 100 x 20m estão representados em vermelho; cada quadrado representa uma unidade de coleta de dados de 20 x 20m.



Fonte: Próprio autor

O nível do reservatório da UHM oscila sazonalmente em resposta ao regime de chuvas da região e à sua capacidade máxima de armazenamento de água. Durante o período de coletas, de dezembro de 2012 a novembro de 2013, houve redução no nível do reservatório no período de chuva, com o Rio Grande retornando ao seu leito original e expondo a faixa de terra que correspondia a mata ciliar original. Já no período de seca houve a elevação do nível do reservatório devido ao fechamento das comportas da UHM, o que resultou na inundação de uma pequena faixa de solo do fragmento florestal (Figura 2). Este alagamento teve duração aproximada de três meses, porém o período de alagamento do solo bem como o de recuo das águas podem variar com o regime de chuvas entre os diferentes anos (ONS, 2015).

Figura 2 – Desenho esquemático do alagamento sazonal no Fragmento Florestal em estudo. No período seco, ocorre a cheia do reservatório, já no período chuvoso o reservatório encontra-se na sua planície, ficando exposta uma faixa de terra de aproximadamente 160m até a borda do reservatório.



Fonte: Próprio autor

2.2 Delineamento Experimental:

Ao longo da borda da vegetação mais próxima à margem da represa da UHM, foram estabelecidos 6 transectos de 100m de comprimento por 20m de largura. Esses transectos foram dispostos perpendicularmente ao rio, distando aproximadamente 90m uns dos outros e perfazendo toda a margem alagável do fragmento (Figura 1C e Figura 2). Cada transecto foi subdividido em 5 parcelas contíguas de 20 x 20m, respectivamente a 0, 20, 40, 60 e 80m da borda do fragmento florestal. Cada parcela representou uma unidade amostral.

2.3 Avaliação da Produção de Serapilheira:

A produção de serapilheira no fragmento foi mensurada utilizando-se 30 sacos coletores com tela de nylon de 1mm de malha, com abertura circular de diâmetro de 58 cm (0.25m²) (Figura 3A). Os coletores foram instalados no centro de cada parcela, permanecendo a 1m de altura em relação ao solo (Figura 3A e 3B). O material interceptado foi recolhido mensalmente durante um ano, e levado para o Laboratório de Interações Vegetais (LIVE) da UFV, onde foi secado à sombra em temperatura ambiente por duas semanas.

Depois de seco, o material foi triado e separado em frações de folhas, ramos e galhos, partes reprodutivas e miscelânea. Nesta foram incluídas as partes vegetais não identificadas nas demais categorias. O peso seco das frações de cada amostra foi obtido mensalmente em balança semi-analítica, com 2 casas decimais de precisão.

Figura 3 – A – Coletor circular de serapilheira instalado a 1m do solo na parte central de cada parcela de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Marimbondo (UHM). A estrutura metálica de sustentação do coletor foi amarrada nos troncos das árvores adjacentes. B – Desenho esquemático de um transecto com suas respectivas parcelas e a localização dos coletores de serapilheira para cada parcela.



Fonte Próprio autor

2.4 – Avaliação da Decomposição da Serapilheira:

Foram utilizadas bolsas de decomposição de 20 x 20cm, com tela de nylon de malha de 2mm (litter bags) em cada parcela (Figura 4A e 4B). Cada bolsa de decomposição recebeu 20g de folhas secas, provenientes de amostras da serapilheira das parcelas. Em cada parcela foram coletadas 5 amostras da serapilheira em pontos diferentes. Essas amostras foram misturadas e delas foram separadas as folhas para confeccionar as bolsas de decomposição que foram depositadas sobre o solo da mesma parcela. Foram utilizadas nas bolsas somente as folhas com pelo menos 50% de sua área original preservada. Três amostras foliares da serapilheira de cada parcela, com massas semelhantes, foram secas em estufa a 70oC durante 48 horas. A diferença entre as massas frescas e secas foram calculadas, obtendo-se o percentual de umidade da serapilheira para cada parcela.

Cada parcela recebeu 12 bolsas de decomposição, que foram dispostas em linha reta sobre o solo, a partir de 5m da borda inferior de cada parcela e distantes 1m entre si. As bolsas foram fixadas ao solo com um pino de ferro em uma das extremidades (Figura 4B e 4C) e mensalmente foi coletada uma bolsa de cada parcela, durante 1 ano.

Figura 4 – Determinação da taxa de decomposição de serapilheira. A – Pesagem de uma bolsa de decomposição contendo material vegetal de uma parcela; B - Bolsas de decomposição colocadas em uma das parcelas no fragmento florestal às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Marimbondo (UHM). C – Desenho esquemático de um transecto com suas respectivas parcelas e a localização das bolsas de decomposição para cada parcela.



Fonte: Próprio autor

O material contido dentro de cada bolsa foi seco à sombra e à temperatura ambiente e antes de cada pesagem as folhas foram limpas superficialmente com um pincel para retirar micélios de fungos e terra acumuladas sobre elas. As amostras foram pesadas na mesma balança semi-analítica utilizada para a preparação das bolsas de decomposição. A decomposição da serapilheira foi mensurada pelo método de avaliação direta, proposto por Bock & Gilbert (1957), por meio da aferição da proporção de peso perdido pelo material vegetal nas bolsas de decomposição, segundo a fórmula 1:

$$\text{Decomposição da Serapilheira} = \frac{[\text{Peso da Bolsa (Inicial)} - \text{Peso da Bolsa (Final)}]}{\text{Peso da Bolsa (Inicial)}} \quad (1)$$

Onde: A Decomposição da serapilheira é igual ao Peso da Bolsa colocada inicialmente subtraído pelo Peso da Bolsa retirada do campo, dividido pelo Peso da Bolsa inicialmente.

2.5 – Análises Estatísticas:

As análises estatísticas foram realizadas considerando as distâncias das unidades amostrais à margem da água (variável explicativa). Uma vez que há mudanças sazonais na área alagada pelas águas do reservatório da UHM, a distância da margem do fragmento florestal à água também foi alterada para adequar os dados à realidade local.

Nos meses de maio, junho e julho de 2013 a água do reservatório da UHM chegou à primeira parcela de cada transecto (Figura 2). Para a análise da produção de serapilheira, durante esses meses, foram consideradas as distâncias de 10, 30, 50, 70 e 90m, do reservatório da UHM, já que os coletores estavam

localizados no centro da parcela (Figura 3A e 3B). Já para a análise da decomposição da serapilheira, foram adotadas distâncias de 5, 25, 45, 65 e 85m, do reservatório da UHM, uma vez que as bolsas de decomposição foram instaladas a 5m do limite inferior de cada parcela (Figura 4A e 4B). Nos demais meses do ano, quando as águas estavam restritas ao leito natural do Rio Grande, foram somados 160m à distância de cada ponto de coleta dos dados de produção e de decomposição da serapilheira, relativo à faixa de terra que fica exposta entre a margem do fragmento florestal e a calha do rio (Figura 2).

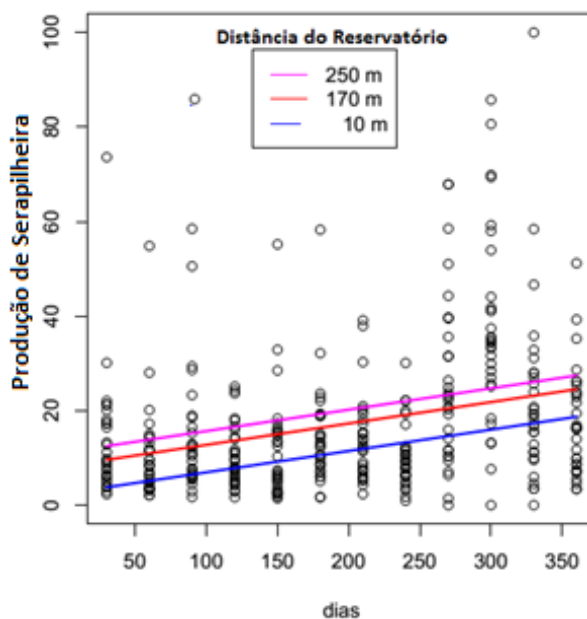
Os dados foram analisados utilizando modelos lineares generalizados (GLMs) e distribuições de erros adequadas para cada conjunto de dados. Para a produção da serapilheira foi adotada a distribuição normal, já para a decomposição da serapilheira foi adotada a distribuição quasibinomial, devido à sobredispersão dos dados. O programa utilizado para análise estatística foi o software R core Team (2013).

3. Resultados

3.1 – Avaliação da Produção de Serapilheira

A maior produção de serapilheira no decorrer do ano de estudo foi registrada nas últimas parcelas de todos os transectos, ou seja, há maior produção da serapilheira à medida que se afasta do rio. A quantidade de serapilheira produzida nessas parcelas diferiu estatisticamente das demais ($F_{(2, 357)}=12,084$ e $p<0,001$), confirmando a hipótese proposta da produção da serapilheira (Figura 5). As folhas constituíram a fração mais representativa da serapilheira (60,67 a 77,51%), seguida dos galhos (15,57 a 31,46%), partes reprodutivas (5,55 a 7,72%) e miscelânea (0,68 a 2%) (Tabela 1).

Figura 5 – Produção de Serapilheira em função da distância do reservatório da UHM, em Frutal, MG. As distâncias de 250m e 170m são equivalentes às distâncias de 90 e 10m no período de seca do reservatório (no período de seca soma-se a distância de 160m, relativa à faixa de solo exposta até a planície do rio).



Fonte: Próprio autor

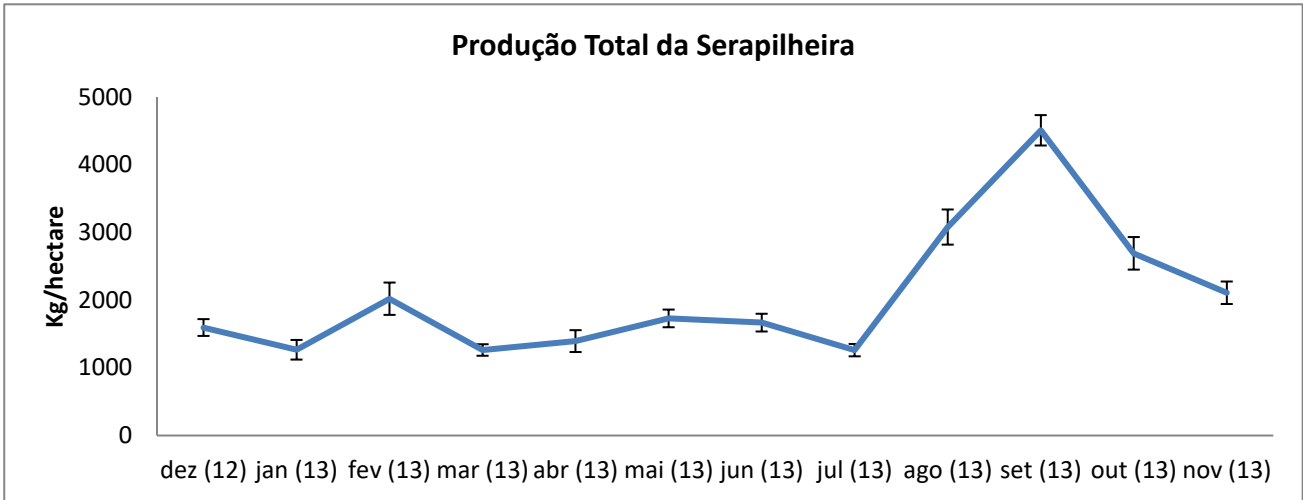
Tabela 1 – Quantificação da produção de serapilheira nas parcelas em diferentes distâncias nos transectos estabelecidos no fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Marimbondo (UHM), em Frutal, MG. Os dados estão apresentados em Kg/ha e em porcentagens do total de serapilheira coletado para cada uma das frações folhas, galhos, partes reprodutivas e miscelânea e a respectiva totalização, nas distâncias de 10, 30, 50, 70 e 90m da margem da água.

Folhas			Galhos		
Distância	Quantidade (Kg/ha)	Porcentagem (%)	Distância	Quantidade (Kg/ha)	Porcentagem (%)
10	3.553,00	66,1	10	1.367,68	25,45
30	3.851,36	69,03	30	1.307,12	23,43
50	1.982,44	77,51	50	398,36	15,57
70	3.033,52	60,67	70	1.541,84	30,83
90	3.701,20	60,96	90	1.910,20	31,46
Partes Reprodutivas			Miscelânea		
Distância	Quantidade (Kg/ha)	Porcentagem (%)	Distância	Quantidade (Kg/ha)	Porcentagem (%)
10	414,92	7,72	10	39,2	0,73
30	382,08	6,85	30	37,96	0,68
50	141,88	5,55	50	33,84	1,33
70	326,24	6,52	70	99,8	2
90	365,8	6,03	90	93,68	1,55
Total					
Distância	Quantidade (Kg/ha)		Porcentagem (%)		
10	5.374,96		100		
30	5.578,52		100		
50	2.556,52		100		
70	5.001,40		100		
90	6.070,88		100		

Fonte: Próprio autor

O pico de produção de serapilheira ocorreu entre os meses de agosto, setembro e outubro (Figura 6), coincidindo com o final da estação seca, período de maior déficit hídrico na região. As frações de folhas, galhos e material reprodutivo foram mais produzidas na estação seca, acompanhando a produção total da serapilheira. Já a fração miscelânea teve sua maior produção na estação chuvosa. A inundação, que ocorreu entre os meses de abril a junho, parece tamponar a produção de serapilheira, uma vez que as barras de desvio padrão são visivelmente menores em relação aos outros meses em estudo (Figura 6).

Figura 6 – Produção total mensal de serapilheira durante 01 ano em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual às margens do reservatório da UHM, em Frutal, MG.

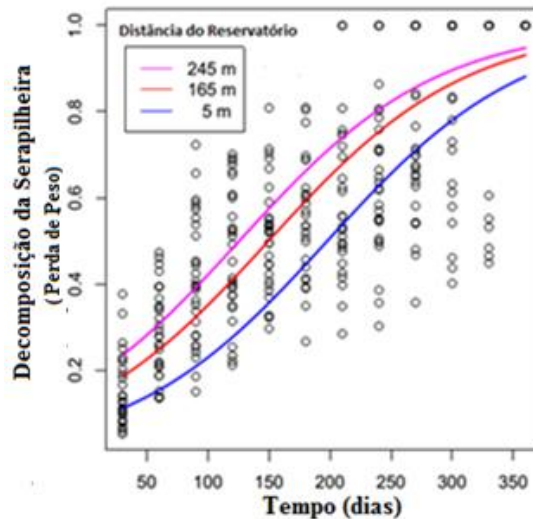


Fonte: Próprio autor

3.2 – Avaliação da Decomposição da Serapilheira

A perda de peso da serapilheira aumentou significativamente com o aumento da distância da margem d’água ($F_{(2, 351)}=29,675$ e $p<0,001$) (Figura 7) ou seja, nas parcelas mais distantes da influência do reservatório da UHM há maior rapidez na decomposição da serapilheira. Os dados encontrados não corroboram a hipótese proposta para a decomposição da serapilheira.

Figura 7 – Decomposição da serapilheira (perda de peso das bolsas de decomposição) no fragmento de Floresta Estacional Semidecidual às margens do reservatório da UHM, em Frutal. As distâncias de 245m e 165m são equivalentes às distâncias de 85 e 5m no período de seca do reservatório (no período de seca soma-se a distância de 160 m, relativa à faixa de solo exposta até a planície do rio).



4. Discussão

Os resultados obtidos no presente estudo mostram que a elevação do nível das águas da represa da UH de Marimondo, causando o alagamento sazonal de um trecho do fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (FES) às margens do Rio Grande influencia, pelo menos em parte, o funcionamento ecológico do fragmento.

A maior produção de serapilheira pela vegetação arbórea localizada na porção mais distante das margens do reservatório UHM pode ser explicada por um possível gradiente decrescente de saturação de água no solo, que se estabelece desde as margens do Rio Grande até as parcelas situadas mais distantes da borda d'água. Embora não tenha sido mensurada a saturação de água no solo, os dados apresentados na Figura 5 evidenciam que durante todo o período investigado houve menor produção de serapilheira pela vegetação mais próxima do rio em comparação com aquela situada mais distal às suas margens.

A deciduidade é uma característica relatada para espécies arbóreas dentro dos domínios das florestas estacionais, cuja dinâmica é influenciada principalmente pelo déficit hídrico, pela diminuição da temperatura média e do fotoperíodo durante os meses de inverno (Aidar & Joly, 2003). Assim, as florestas localizadas onde sazonalmente ocorrem alterações consideráveis nesses fatores abióticos, havendo principalmente menor disponibilidade de água, são as que apresentam maiores índices de deciduidade, com conseqüente maior produção de serapilheira.

Em áreas de matas ripárias nos domínios da Mata Atlântica (Aceñolaza et al., 2010; Pagano & Durigan, 2004), no Bioma Cerrado (Parron et al., 2004), em Florestas Temperadas (Xiong & Nilsson, 1997; Malanson, 1993; Conner et al., 1981) e em Florestas do Mediterrâneo (González et al., 2010), há registros de menor produção de serapilheira pela vegetação que está sob a influência direta dos cursos d'água e dos seus pulsos de inundação em comparação à vegetações associadas a solos mais secos durante todo o ano.

No caso deste fragmento de mata estudando, a elevação periódica, das águas do reservatório da UHM provoca a inundação do solo desde a borda proximal da vegetação até aproximadamente 10m para o interior do fragmento. Nesse trecho onde o solo fica sazonalmente coberto de água a produção de serapilheira é semelhante às áreas ciliares mencionadas. Além dessa faixa, a vegetação do fragmento sofre progressivamente menos a influência direta da subida das águas do reservatório da UHM e a quantidade de serapilheira aumenta proporcionalmente com a distância do rio, assemelhando-se mais com áreas de terra firme.

A baixa produção de serapilheira na porção alagada da mata pode ser explicada pelo longo período que a vegetação permanece com as raízes submersas em solo encharcado devido ao fechamento da barragem. Segundo Xiong & Nilsson (1997) e Mata et al., (2012) áreas que passam por períodos de inundação mais da metade do ano apresentam menor produção de serapilheira em comparação àquelas que sofrem frequentes e rápidos pulsos de inundação. Já para a área de mata não alagada (terra-firme), a menor deciduidade pode ser atribuída à influência do levantamento do lençol freático em decorrência da elevação das águas do reservatório da UHM, o que ocorre durante os meses de menor precipitação pluvial. Devido ao fechamento da barragem hidrelétrica mais água fica disponível para as plantas num período em que haveria déficit hídrico. Outra possível explicação seriam as características intrínsecas do fragmento, como a composição florística e a fertilidade do solo, uma vez que esses fatores estão intimamente ligados à dinâmica de produção de serapilheira (Pagano & Durigan, 2004; Xiong & Nilsson, 1997; Nilsson & Grelsson, 1990).

Ao longo do ano de estudo a decomposição da serapilheira foi mais lenta na área sujeita à inundação do que na permanentemente seca (Figura 7). Esses resultados aparentemente contrariam vários estudos que mostram que em ambientes sob a influência da inundação periódica ou inundação prolongada, a velocidade de decomposição é mais rápida quando comparada com ambientes de terra firme (Fuell et al., 2013; Riedl et al., 2013; Capps et al., 2011; Padial & Thomaz, 2006; Ruan et al., 2005). Nesses ambientes os períodos de seca intercalados com os de saturação de água são responsáveis por manter a umidade do solo e por manter a

atividade de microrganismos heterótrofos, resultando em maior velocidade de decomposição da serapilheira. A inundação também é responsável pela lixiviação de partes do material foliar, acelerando ainda mais o processo de decomposição (Ostojíć et al., 2013; Langhans et al., 2008; Nakajima et al., 2006).

Porém, no caso do fragmento florestal estudado o tempo de inundação de três meses parece ser muito prolongado, exercendo efeito negativo sobre a decomposição da matéria orgânica. A menor velocidade do processo em comparação com a fração da mata que não está sob a influência direta das águas da represa pode ser atribuída ao longo período de alagamento. O encharcamento do solo por período prolongado leva a depleção da quantidade de oxigênio disponível e assim o seu estado de anoxia, o que reduz a atividade biológica dos organismos aeróbios decompositores (Neckles & Neill 1994). Por outro lado, estudos concluíram que a maior rapidez na decomposição em áreas de terra firme em relação às áreas sujeitas a alagamentos foi devido à alta pluviosidade na área do fragmento estudado, que forneceu umidade suficiente para o solo para manter alta a taxa de decomposição ao longo do ano (Capps et al., 2011). Essas parecem ser duas boas explicações para os resultados encontrados no presente trabalho: o alagamento prolongado pode ter influenciado negativamente a decomposição da serapilheira nas áreas mais próximas do rio e, ao mesmo tempo, a presença da água e a possível elevação do lençol freático pode ter fornecido umidade suficiente para beneficiar a atividade de detritívoros e decompositores nas áreas não alagáveis. Sendo assim, o pulso de inundação de parte da vegetação pelas águas da represa da UHM influencia direta e indiretamente o funcionamento desse ecossistema.

A inundação também pode transportar sedimentos e partículas de solo que se depositados sobre a serapilheira, dificultam o processo de decomposição por abrasão e impedem a ação da fauna fragmentadora e decompositora. Em contrapartida as áreas de terra firme mantêm condições abióticas favoráveis, como temperatura e umidade que favorece a atividade da fauna, resultando na maior velocidade de decomposição encontrada nessas parcelas. Além disso, áreas na borda de fragmentos sofrem mais perturbações e tem menor taxa de decomposição da serapilheira do que no interior da mata (Pereira et al., 2013; Machado, 2011; Menezes et al., 2010; Lecerf & Richardson, 2010).

A elevação sazonal do nível das águas do Rio Grande atua como um distúrbio e filtro ambiental sobre a vegetação ribeirinha, afetando a estrutura e o funcionamento desse ecossistema. O limite do alagamento da vegetação nas épocas de cheia do reservatório da UHM cria uma borda de distúrbio além da qual seus efeitos são positivos porque o alagamento disponibiliza água para as comunidades locais por abastecer a caixa d'água do solo para além das margens naturais do rio. A imposição desse regime hidrológico modificou a dinâmica da serapilheira, sendo esses resultados contrastantes com os encontrados em Florestas Estacionais Semidecíduais.

5. Conclusão

O funcionamento desse ecossistema não pode ser caracterizado unicamente como o de uma mata ripária, visto que a produção da serapilheira se assemelha aos padrões ecossistêmicos desse tipo florestal, entretanto a decomposição da serapilheira foi homogênea em toda a área de estudo, resultado diferente dos padrões ecossistêmicos encontrados para matas ripárias.

A produção de serapilheira foi menor às margens do reservatório em relação ao interior do fragmento e a decomposição da serapilheira foi maior às margens do reservatório em relação ao interior do fragmento. Porém, foi constatado que a dinâmica do pulso de inundação provocado pela represa da UHM tem influência abrangente sobre o funcionamento desse ecossistema, modificando a performance esperada.

Esses resultados mostram que os processos de produção e decomposição da serapilheira de fragmentos florestais em áreas que sofrem influências diretas dos pulsos de inundações de barragens hidrelétricas, precisam ser intrinsecamente avaliados, pois sua dinâmica é essencial para a manutenção e o bom funcionamento ecológico dos ecossistemas de matas ripárias que foram modificados por ações antrópicas.

6. Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de Viçosa, à Fundação Centro Internacional de Educação, Capacitação e Pesquisa Aplicada em Águas (UNESCO-HIDROEX) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

7. Referências

Aceñolaza, P. G., Zamboni, L. P., Rodriguez, E. E., Gallardo, J. F., (2010). Litterfall production in forests located at the Pre-delta área of the Paraná River (Argentina). **Annals of Forest Science**, vol. 67, pag. 311.

Aidar, M. P. & Joly, C. A., (2003). Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do araribá (*Centrolobium tomentosum* Fuill. Ex Benth. - Fabaceae) em uma mata ciliar, rio Jacaré-Pepira, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 26, n. 2, pag. 193-202.

Agostinho, A. A., Thomaz, S. M., Gomes, L. C., (2004). Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. **Ecohydrology & Hydrobiology**, vol. 4, n. 3, p. 255-256.

Capps, K. A., Graça, M. A. S., Encalada, A. C., Flecker, A. S., (2011). Leaf-litter decomposition across three flooding regimes in a seasonally flooded Amazonian watershed. **Journal of Tropical Ecology**, vol. 27, p. 205-210.

Conner, W. H., Gosselink, J. G., Parrondo, R. T., (1981). Comparison of the vegetation of three Louisiana swamp sites with different flooding regimes. **Americal Journal Botany**, v. 68, pag. 320-331.

Correia, M. E. F. & Andrade, L. C. M., (2005). Importância da Fauna de Solo para a Ciclagem de Nutrientes. In: Aquino, A. M.; Assis, R. L., (Eds) Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para a agricultura sustentável. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**. Pag. 18-29.

Fuell, A. K., Entrekin, S. A., Owen, G. S., Owen, S. K., (2013). Drives of Leaf Decomposition in Two Wetland Types in the Arkansas River Valley, USA. **Wetlands**, vol. 33, p. 1127-1137.

Fukami, T., Martijn, T. B., Mortimer, S. R., Van-der-Putten, W. H., (2005). Species divergence and trait convergence in experimental plant community assembly. **Ecology Letters**, v. 8, pag. 1283–1290.

González, E., Muller, E., Gallardo, B., Comín, F. A., González-Sanchis, M., (2010). Factors controlling litter production in a large Mediterranean river floodplain forest. **Canadian Journal of Forest Research**, n. 40, pag. 1698-1709.

Junk, W. J., Bayley, P. B., Sparks, R. E., (1989). The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In **D. P. Dodge [ed.] Proceedings of the International Large River Symposium. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, vol. 106, p. 110-127. 1989.

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F., (2006). World map of the Koppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, vol. 15, n. 3, p. 259-263.

Langhans, S. D., Tiegs, S. D., Gessner, M. O., Tockner, K., (2008). Leaf-decomposition heterogeneity across

a riverine floodplain mosaic. **Aquatic Science**, vol. 70, p. 337-346.

Lecerf, A. & Richardson, J. S., (2010). Litter decomposition can detect effects of high and moderate levels of forest disturbance on stream condition. **Forest Ecology and Management**, n. 259, pag. 2433–2443.

Lima, S. S., de Aquino, A. M., Leite, L. F. C., Velásquez, E., Lavelle, P., (2010). Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 45, n. 3, abr., pag. 322-331.

Machado, D. L., (2011). **Indicadores da Dinâmica Sucessional em Fragmento de Mata Atlântica na Região do Médio Vale Paraíba do Sul**, Pinheiral, RJ. Dissertação de Mestrado. Seropédica: UFRRJ, Brasil.

Malanson, G. P., (1993). Riparian landscapes. **Cambridge University Press**, Cambridge. 308p.

Mata, D. I., Moreno-Casasola, P., Madero-Veja, C., (2012). Litterfall of tropical forested wetlands of Veracruz in the coastal floodplains of the Gulf of Mexico. **Aquatic Botany**, vol. 98, p. 1-11.

Menezes, C. E. G., Pereira, M. G., Correia, M. E. F., Anjos, L. H. C., Paula, R. R., Souza, M. E., (2010). Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, pag. 439-453.

Nakajima, T., Asaeda, T., Fujino, T., Nanda, A., (2006). Leaf Litter Decomposition in Aquatic and Terrestrial Realms of a Second-Order Forested Stream System. **Journal of Freshwater Ecology**, vol. 21, n. 2, p. 259-263.

Neckles, H. A. & Neill, C., (1994). Hydrologic control of litter decomposition in seasonally flooded prairie marshes. **Hydrobiologia**, vol. 286, p. 155-165.

Nilsson, C. & Grelsson, G., (1990). The effects of litter displacement on riverbank vegetation. **Canadian Journal Botanical**, v. 68, pags. 735-741.

Nislow, K. H., Magilligan, F. J., Fassnacht, H., Bechtel, D., Ruesink, A., (2002). Effects of Dam Impoundment on the flood regime of natural Floodplain communities in the Upper Connecticut River. **Journal of the American Water Resources Association**, vol. 38, n. 6, p. 1533-1548.

Novais, G. T., (2011). **Caracterização Climática da Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Brasil.

Nunes, F. P. & Pinto, M. T. C., (2007). Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no Alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3.

ONS, **Operador Nacional do Sistema Elétrico**. www.ons.org.br , acessado em fevereiro de 2015.

Ostojíé, A., Rosado, J., Milisa, M., Morais, M., Tockner, K., (2013). Release of Nutrients and Organic Matter form River Floodplain Habitats: Simulating Seasonal Inundation Dynamics. **Wetlands**, vol. 33, p. 847-859.

Padial, A. A & Thomaz, S. M., (2006). Effects of Flooding regime upon the decomposition of *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth measured on a tropical flow-regulated floodplain (Paraná River, Brazil). **River Research and Applications**, vol. 22, p. 791-801.

Pagano, S. N. & Durigan, G., (2004). Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In **Matas Ciliares: Conservação e recuperação (R. R. Rodrigues & H. F. Leitão Filho, Eds.)**. Editora da USP /Fapesp, São Paulo, pag. 109-123.

Parron, L. M., Bustamante, M. M. C., Prado, C. L. C., (2004). Produção e Composição Química da Serapilheira em um gradiente Topográfico em Mata de Galeria no bioma Cerrado. **Embrapa**. 23p.

Pereira, G. H. A., Pereira, M. G., Anjos, L. H. C., Amorim, T. A., Menezes, C. E. G., (2013). Decomposição da Serapilheira, Diversidade e Funcionalidade de Invertebrados do Solo em um Fragmento de Floresta Atlântica. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, pag. 1317-1327.

R Core Team. R: (2013). **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

Riedl, H L., Marczak, L. B., McLenaghan, N. A., Hoover, T. M., (2013). The role of stranding and inundation on leaf litter decomposition in headwater streams. **Riparian Ecology and Conservation**, p. 3-10.

Rodrigues, R. R., (2004). **Análise de um Remanescente de Vegetação Natural às margens do rio Passa-Cinco, Ipeúna, SP**. Campinas. Instituto de Biologia – UNICAMP. (tese de Doutorado). 1992. In **Matas Ciliares: Conservação e recuperação (R. R. Rodrigues & H. F. Leitão Filho, Eds.)**. Editora da USP /Fapesp, São Paulo. Brasil.

Rodrigues, R. R. & Shepherd, G. J., (2004). Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In **Matas Ciliares: Conservação e recuperação (R. R. Rodrigues & H. F. Leitão Filho, Eds.)**. Editora da USP /Fapesp, São Paulo, pag. 101-108.

Roldão, A. de F. & Assunção, W. L., (2012). Caracterização e duração das estações secas e chuvosa no triângulo mineiro – MG. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v. 1, n. 5, pag. 428-440.

Ruan, H., Li, Y., Zou, X., (2005). Soil communities and plant litter decomposition as influenced by forest debris: Variation across tropical riparian and upland sites. **Pedobiologia Elsevier**, v. 49, pag. 529-538.

Sá-Júnior, A., (2009). **Aplicação da classificação de Koppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Lavras: UFLA, Brasil.

Terror, V. L., Sousa, H. C. de, Kozovits, A. R., (2011). Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botanica Brasilica**, vol. 25(1), págs. 113-121.

Tockner, K., Pusch, M., Borchardt, D., Lorang, M. S., (2010). Multiple stressors in coupled river-floodplain ecosystems. **Freshwater Biology**, vol. 55 (supl.), p. 135-151.

Toscan, M. A. G., Temponi, L. G., Guimarães, A. T. B., Junior, J. F.C., (2014). Litter production and seed rain in semideciduous forest fragments at different successional stages in the western part of the state of Paraná, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 28, n. 3, pag. 392-403.

Vital, A. R. T., Guerrini, I. A., Franken, W. K., Fonseca, R. C. B., (2004). Produção de Serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa - MG vol. 28, n. 6, págs. 793-800.

Xiong, S., Nilsson, C., (1997). Dynamics of Leaf Litter Accumulation and Its Effects on Riparian Vegetation: A Review. **The Botanical Review**, vol. 63, n. 3.