



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE CIÊNCIAS NATURAIS  
LICENCIATURA INTEGRADA EM BIOLOGIA E QUÍMICA**

**FRANCIANY THAYS ALVES ALBUQUERQUE**

**ESTIMATIVAS DE PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM  
UMA FLORESTA DE VÁRZEA NO DISTRITO DE  
ARAPIXUNA, SANTARÉM-PA**

**Santarém**

**2019**

**FRANCIANY THAYS ALVES ALBUQUERQUE**

**ESTIMATIVAS DE PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM  
UMA FLORESTA DE VÁRZEA NO DISTRITO DE  
ARAPIXUNA, SANTARÉM-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Licenciatura Integrada em Biologia e Química da Universidade Federal do Oeste do Pará, para a obtenção do grau de Licenciada em Biologia. Orientador: Profa. Dra. Adelaine Michela e Silva Figueira

**Santarém**

**2019**

**FRANCIANY THAYS ALVES ALBUQUERQUE**

**ESTIMATIVAS DE PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM  
UMA FLORESTA DE VÁRZEA NO DISTRITO DE  
ARAPIXUNA, SANTARÉM -PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Licenciatura Integrada em Biologia e Química da Universidade Federal do Oeste do Pará, para a obtenção do grau de Licenciada em Biologia. Orientadora: Prof. Dra. Adelaine Michela e Silva Figueira.

Conceito: 9,0

Data de Aprovação 24/12/2019

Adelaine Michela Figueira  
Prof. Dra. Adelaine Michela e Silva Figueira – Presidente/Orientador

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

Thais Elias Almeida  
Prof. Dra. Thais Elias Almeida - 1º examinador

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

Rodrigo  
Prof. Dr. Rodrigo Ferreira Fadini - 2º examinador  
Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

A todos que acreditaram na minha vitória, e ao longo dos meus 26 anos contribuíram para minha formação pessoal, acadêmica e profissional, tornando-me assim um ser humano melhor!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente ao meu DEUS por nunca ter me permitido desistir desse sonho, por me fortalecer após cada dificuldade superada. Agradeço a ele por que foi meu alicerce, meus braços e pernas e principalmente minha consciência e coração a cada decisão tomada. Agradeço aos meus pais Sônia e Francisco, ao meu esposo Orlando e ao meu filho Kauan Henrique por me ajudarem a ser a mulher que sou hoje, pois devo a eles meus maiores ensinamentos, quem tem família, tudo têm nessa vida.

Agradeço de todo o meu coração e com os olhos marejados, a professora e pesquisadora Adelaine Michela minha orientadora que de forma tão dedicada sempre se fez presente em minha vida. Professora agradeço pelo apoio incondicional, pelos sábios conselhos, por tantos ensinamentos e principalmente por acreditar em mim, quando eu mesma não fui capaz de fazê-lo. Obrigado por me influenciar de forma tão positiva, por me mostra a diferença que um professor pode fazer na vida do seu aluno e por todo amor e carinho que sempre dedicou a mim e meu filho.

Agradeço também ao professor e coordenador chefe do grupo de pesquisa José Mauro Moura de Sousa por sempre me dizer “você consegue” e por me conceder a oportunidade de participar do grupo de pesquisa PEER/USAID Project (AID-OAA-A-11-00012): Integrating dimensions of microbial biodiversity across wetlands and land use types to understand methane greenhouse gas cycling in tropical forests no qual o presente trabalho foi desenvolvido e que mostrou um mundo de oportunidades. A United States Agency for International Development (USAID) pelo custeio desse trabalho, e a Universidade Federal do Oeste do Pará pela bolsa PBIC-UFOPA, durante a qual o presente trabalho foi desenvolvido.

Agradeço aos professores do Programa de Ciências Naturais (PCNAT), que tanto contribuíram para minha formação, compartilhando ensinamentos que levarei para toda vida. Agradeço aos moradores do Distrito de Arapixuna pela acolhida durante os meses de pesquisa que se seguiram, em especial aos nossos mateiros Xanã, Giba e Irailson , sem os quais esse trabalho não seria possível. Agradeço ainda com o coração emocionado aos companheiros de equipe e de campo Gleice Machado, Daniel Jati, Matheus Bento, Alan Magalhães, Juliana Sousa e Lucas Esteves por cada momento vivido nessa jornada chamada Arapixuna, vocês me ensinaram o valor de uma equipe.

Por fim, mas não menos importante, agradeço as minhas companheiras de aula, de trabalhos e principalmente de vida, Natália Souza, Clarisse de Oliveira, Claudiane Viana e Isadora Cruz, sem vocês a universidade não seria o mesmo.

A educação é o grande motor do desenvolvimento pessoal. É através dela que a filha de um camponês se torna médica, que o filho de um mineiro pode chegar a chefe de mina, que um filho de trabalhadores rurais pode chegar a presidente de uma grande nação.

**Nelson Mandela**

## RESUMO

A Bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo, apresentando também uma das maiores áreas alagáveis do globo. As florestas de várzea compreendem um tipo específico de planície aluvial dentro da Amazônia, caracterizando-se por serem áreas de florestas periodicamente inundadas por rios de água branca. Nestes ecossistemas, os estudos de dinâmica de deposição de biomassa são extremamente importantes, pois esta define a trajetória futura do balanço de carbono líquido do ecossistema, sendo também, a principal rota de transferência de nutrientes da vegetação para o solo. O presente estudo tem como objetivo quantificar a produção de biomassa via serapilheira, investigando padrões de ocorrência sazonal, assim como a composição nutricional desta. Para isto, foram instalados 12 coletores em 4 parcelas de florestas de várzea e foram realizadas coletas mensais de serapilheira, ao longo de 19 meses, em uma floresta de várzea no Distrito de Arapixuna, localizado no município de Santarém-PA. Os resultados mostraram uma produção elevada de serapilheira nestas florestas, com uma média mensal de  $1.357,8 \text{ kg ha}^{-1}$  e uma produção total de  $1.4487,7 \text{ kg ha}^{-1}$  para o ano de 2018. Observou-se um padrão de produção maior no período de cheia e menor no período de seca, sendo as folhas a fração mais produzida, com 57% da composição da biomassa da serapilheira. A produção de biomassa apresentou correlação positiva com alguns fatores físicos como vazão do rio Amazonas e nível de água. Não foi observado um padrão sazonal de concentração de nutrientes na serapilheira, no entanto a análise de nutrientes mostrou que o cálcio (Ca) é o macronutriente em maior concentração na serapilheira com uma média de  $426 \text{ kg ha}^{-1}$ , enquanto que o fósforo (P) apresenta a menor concentração, com uma média de  $55 \text{ kg ha}^{-1}$ . Quanto aos micronutrientes, o Fe foi o elemento que se destacou ( $18,47 \text{ kg ha}^{-1}$ ), já o micronutriente em menor concentração foi o Zn com uma média de  $6,69 \text{ kg ha}^{-1}$ . Estes resultados indicam que os fatores ambientais influenciam a dinâmica de produção de serapilheira em áreas de várzea, e esta tem um papel crucial na ciclagem de nutrientes dentro desse meio. A deposição de material via serapilheira, aliado ao pulso de inundação, traz consigo uma carga de nutrientes muito importante para a manutenção dos solos locais.

Palavras-chave: Biomassa, serapilheira, várzea

## ABSTRACT

The Amazon Basin is the largest hydrographic basin in the world, also featuring one of the largest flooded areas in the globe. Floodplain forests comprise a specific type of floodplain within the Amazon, characterized by being areas of forests periodically flooded by whitewater rivers. In these ecosystems, studies of biomass deposition dynamics are extremely important, as it defines the future trajectory of the net carbon balance of the ecosystem and is also the main route of nutrient transfer from vegetation to soil. The present study aims to quantify biomass production via litter, investigating patterns of seasonal occurrence, as well as its nutritional composition. For this, 12 collectors were installed in 4 plains of floodplain forests and monthly litter collections were carried out over 19 months in a floodplain forest in Arapixuna District, located in the municipality of Santarém-PA. The results showed a high litter production in these forests, with a monthly average of 1,357.8 kg ha<sup>-1</sup> and a total production of 1,4487.7 kg ha<sup>-1</sup> for the year 2018. A higher production pattern was observed in the flood and lower in the dry season, with the leaves being the most produced fraction, with 57% of the litter biomass composition. Biomass production was positively correlated with some physical factors such as Amazon River flow and water level. There was no seasonal pattern of nutrient concentration in litter, however nutrient analysis showed that calcium (Ca) is the highest concentration in litter with an average of 426 kg ha<sup>-1</sup>, while phosphorus (P) has the lowest concentration, with an average of 55 kg ha<sup>-1</sup>. As for micronutrients, Fe was the most outstanding element (18.47 kg ha<sup>-1</sup>), while the lowest micronutrient was Zn with an average of 6.69 kg ha<sup>-1</sup>. These results indicate that environmental factors influence the dynamics of litter production in floodplain areas, and it plays a crucial role in nutrient cycling within this medium. The deposition of material via litter, combined with the flood pulse, brings with it a very important nutrient load for the maintenance of local soils.

Keywords: biomass, burlap, lowland

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Mapa de localização da área de estudo, a comunidade Arapixuna, Santarém-PA, com floresta secundária de Terra-firme (TF) em amarelo à Oeste do canal do Arapixuna e a floresta de Várzea (VZ) à Leste.....	15
<b>Figura 2</b> - Modelo de coletores utilizado na coleta da serapilheira em floresta de Várzea .....	15
<b>Figura 3</b> - Produção mensal de biomassa via serapilheira em uma floresta de várzea em Santarém-PA (média $\pm$ erro padrão), acompanhado do nível da água nas parcelas amostradas. ....	18
<b>Figura 4</b> - Distribuição da produção total de serapilheira durante as diferentes fases da hidrógrafa. As linhas superior e inferior indicam os pontos máximo e mínimo, respectivamente, x indica a média, as linhas centrais indicam a mediana e os box plots .....	20
<b>Figura 5</b> - Produção das classes/frações, comparando-se os dois anos de estudo 2018 e 2019 . (B) Produção total das classes. ....	20
<b>Figura 6</b> - Distribuição das frações de serapilheira ao longo das fases da hidrógrafa, As linhas superior e inferior indicam os pontos máximo e mínimo, respectivamente, x indica a média, as linhas centrais indicam a mediana. ....	21
<b>Figura 7</b> - (A) Correlação entre biomassa total e nível da água. (B) Correlação entre biomassa total e temperatura do ar. (C) Correlação entre biomassa e precipitação e (D) Correlação da biomassa total com a vazão. ....	22
<b>Figura 8</b> - Variação anual de macronutrientes em serapilheira de floresta de várzea, (A) Ca, (B) K, (C) P, e (D) Mg.....	22
<b>Figura 9-</b> Concentração de micronutrientes da serapilheira em uma floresta de várzea Santarém-PA. Ferro (A), manganês (B) e zinco em (C). ....	23

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Geral.....	13
2.2 Específicos.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Área de estudo.....	14
3.2 Coleta de dados.....	15
3.3 Análise dos dados.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Variação da produção de serapilheira.....	18
4.2 Análise da produção de serapilheira por frações.....	20
4.3 Composição nutricional da serapilheira.....	22
5 CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS.....	25

## 1 INTRODUÇÃO

A Bacia Amazônica, com mais de seis milhões de quilômetros quadrados é a maior bacia hidrográfica do mundo, sendo que seu maior rio, o Amazonas, apresenta uma descarga estimada em  $209.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (MOLINIER et al., 1997). Ela apresenta ainda uma das maiores áreas alagadas do mundo, com cerca de  $800.000 \text{ km}^2$  (SALCEDO, 2011).

Definidas como áreas que sofrem períodos de alagamento, seja por rios, lagos, precipitações ou por água subterrânea, as planícies de inundações, também chamadas de planícies aluviais, são constituídas por características e adaptações etnológicas, além de uma biota própria, que faz com que estas áreas apresentem características específicas (JUNK; BAYLEY; SPARKSR.E., 1989).

As planícies aluviais podem ser classificadas de acordo com a fonte do alagamento, sua amplitude, quantidade de material em suspensão e cobertura vegetal (JUNK; BAYLEY; SPARKSR.E., 1989). Essas áreas apresentam uma fase cumulativa, também chamada de fase terrestre, onde a matéria orgânica é depositada no ambiente, e uma fase de transporte, também chamada de fase aquática, em que o material acumulado na fase terrestre é transportado para fora do sistema.

Na bacia Amazônica, ocorre a formação de um tipo específico de planícies de inundação, as chamadas várzeas, que correspondem às terras mais baixas da planície. Caracterizam-se por possuírem áreas de florestas periodicamente inundadas por rios de água branca (PRANCE, 1980), os quais têm formações geológicas do período terciário/quaternário, originário dos Andes e regiões Pré-Andinas. Esses rios apresentam maior quantidade de sedimentos e, por isso, geram solos mais férteis que as demais florestas inundáveis (DE ASSIS et al., 2017).

Nestas florestas, e nos sistemas florestais em geral, os processos bioquímicos e biofísicos de fotossíntese, evapotranspiração e decomposição da matéria orgânica, entre outros, estão associados à arquitetura do dossel e à quantidade de biomassa total e verde produzida por esses sistemas.

O estudo da dinâmica de biomassa da vegetação em ecossistemas tropicais é extremamente importante, pois esta define a trajetória futura do balanço de carbono líquido do ecossistema, sendo que a deposição de biomassa é também a principal rota de transferência de nutrientes da vegetação para o solo, contribuindo para a manutenção de sua fertilidade, o que é essencial para a sustentabilidade dos sistemas florestais (SILVER; HALL; GONZÁLEZ, 2014; ZHOU et al., 2015). Esta produção de biomassa e a transferência de seus nutrientes ao solo está

intimamente relacionada à sazonalidade da região. O clima, o estágio sucessional da floresta e a fertilidade do solo são os principais fatores determinando a variação observada na deposição de serapilheira (VITOUSSEK; SANFORD, 1986)

Uma alternativa de estudo da dinâmica de biomassa em sistemas florestais é por meio da quantificação da serapilheira produzida pela área. A serapilheira é constituída pela camada superficial de matéria orgânica que cobre o solo, é composta por folhas, galhos, material reprodutivo da planta e materiais de origem animal, entre outros (ABREU, 2006).

Vários estudos têm relatado variações espaciais e temporais de produção de serapilheira em função de fatores como latitude e fatores climáticos, dentre eles precipitação, temperatura, umidade do solo e disponibilidade de luz (DIAS; OLIVEIRA FILHO, 1997; PAULA; PEREIRA; DE MENEZES, 2009). Entre as suas contribuições ao ecossistema, estão a manutenção da umidade do solo, redução da evaporação local, reservatório de nutriente, habitat para microfauna, além de constituir cerca de 90% da produção primária líquida (MORAIS; DELITTI; VUONO, 1999).

A produção e a decomposição da serapilheira que ocorrem por meio de complexos processos biológicos, físicos e químicos, além de contribuir para a ciclagem de nutrientes, podem também ajudar a entender como a floresta Amazônica se mantém viva, mesmo apresentando um solo geralmente mais pobre (FERREIRA, 2016). Especificamente, nas áreas de várzea, além da produção de serapilheira, temos a ocorrência dos pulsos de inundação, fazendo deste um ambiente rico em disponibilidade de nutrientes, com solos altamente férteis.

Neste contexto, torna-se essencial a quantificação da biomassa produzida pela vegetação das florestas de várzea, pois esta garante a manutenção destes ecossistemas, viabilizando a deposição adicional de nutrientes essenciais para o desenvolvimento destas florestas em processo constante de modificação via pulsos de inundação e seca.

Pouco se conhece a respeito do funcionamento das florestas de várzea, e especificamente, estudos referentes à produção de serapilheira e o aporte nutricional nestes ecossistemas, bem como sua dinâmica ao longo dos períodos hidrológicos, ainda são escassos. Dentro deste contexto, estudos sobre a dinâmica de produção de serapilheira em ecossistemas de várzea são cruciais, pois podem auxiliar no entendimento da dinâmica de funcionamento destes ecossistemas, bem como das estratégias de adaptação fisiológicas da vegetação nestes ambientes.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

O presente trabalho tem como objetivo estimar a produção anual e a concentração de nutrientes de serapilheira em uma floresta de várzea no leste da Amazônia, investigando padrões de ocorrência sazonal e a influência de fatores ambientais.

### 2.2 Específicos

- Estimar a produção de serapilheira em uma floresta de várzea, ao longo de 19 meses de estudo.
- Investigar se há um padrão de produção da serapilheira, de acordo com o pulso de inundação.
- Avaliar se os padrões de produção da serapilheira são diferentes conforme a fração avaliada: folhas, galhos finos, miscelânea e partes reprodutivas.
- Avaliar a relação entre a produção de serapilheira e os fatores ambientais como temperatura do ar, precipitação e pulso de inundação.
- Levantamento dos macro e micronutrientes presentes na serapilheira.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

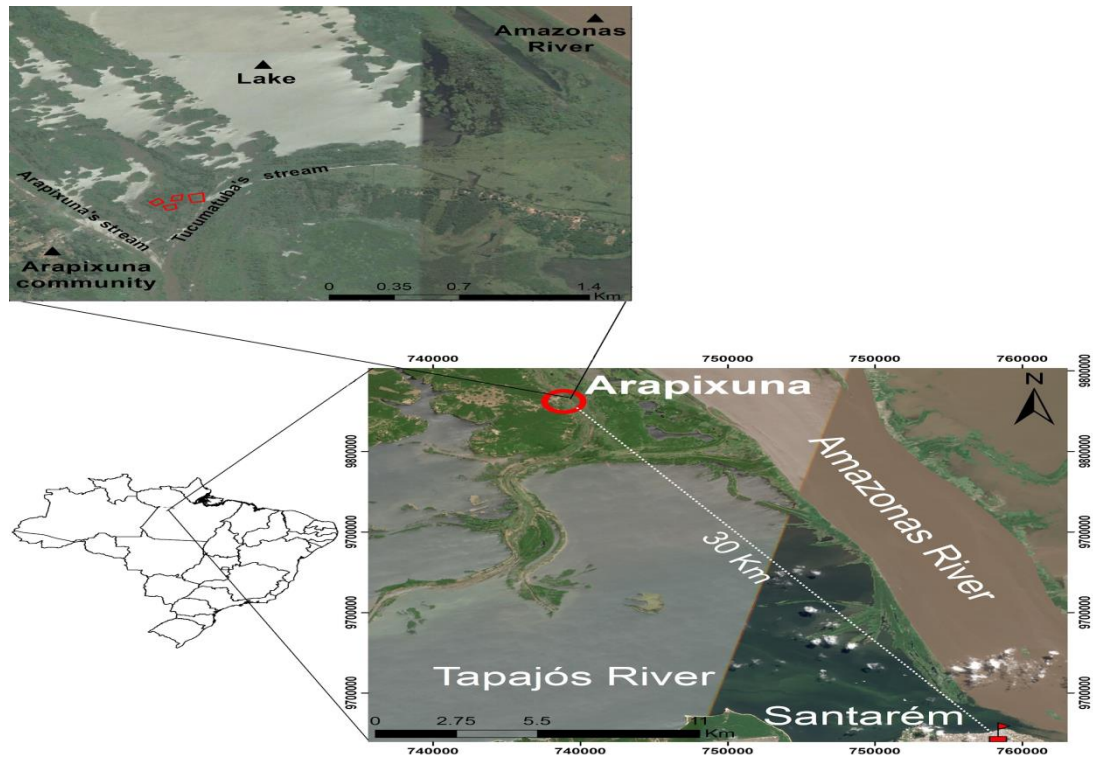
#### 3.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no Distrito de Arapixuna, município de Santarém-PA, (Lat. 02°13'49"S; Long. 054°50'55"O), que fica a 30 km da área urbana do município e tem acesso somente por via fluvial. Esta floresta é classificada como várzea baixa, onde os períodos de enchente e cheia e vazante compreendem os meses de janeiro a setembro e o período de seca ocorre de outubro a dezembro. A área tem acesso pelo Igarapé do Arapixuna, um pequeno rio de água branca, tributário do rio Amazonas, com grande carga de material em suspensão de sedimentos proveniente dos Andes (PRANCE, 1980).

De acordo com a classificação de Köppen, o tipo climático da região é o Am (clima tropical chuvoso) com umidade relativa média de 85%, temperatura média anual de 26°C, compreendendo duas estações no ano: a seca com precipitação de aproximadamente 100 mm ao mês, e a chuvosa com precipitação acima de 200 mm por mês (ALVARES et al., 2013). Na região, o período seco inicia em julho e termina em novembro e o período chuvoso ocorre entre os meses de dezembro a junho.

O estudo foi conduzido em uma floresta de várzea, a qual fica periodicamente inundada durante aproximadamente 6 meses ao longo do ano, à Leste da sede da comunidade, entre as margens do rio Amazonas e o Igarapé do Arapixuna (Figura 1). Essa área faz parte do sítio de estudo do projeto “PEER - Integração das dimensões da biodiversidade microbiana entre áreas de várzea e os tipos de uso da terra para compreender o ciclo do metano (CH<sub>4</sub>) em diferentes tipos de florestas tropicais”.

**Figura 1-** Mapa de localização da área de estudo, do distrito de Arapixuna, Santarém-PA, com a floresta de Várzea (VZ) à Leste.



Fonte: Jati, D. A., 2019

### 3.2 Coleta de dados

Na área de estudo foram demarcadas quatro parcelas de 50m x 50m, totalizando um hectare de área amostrada. Nestas, foram instalados três coletores de serapilheira por parcela, totalizando 12 coletores por hectare. Os coletores utilizados para coleta da serapilheira foram confeccionados com cano PVC ½ polegada, medindo 0.25m<sup>2</sup>, sendo o fundo de tela de nylon malha 4mm.

Para que pudessem coletar normalmente na mesma área durante a cheia, os coletores tiveram uma base extra, feita também de tubo PVC e junto a eles foram acondicionadas garrafas PET com a finalidade de que estes pudessem boiar nesse período. Além disso, os coletores foram presos através de cabos às árvores próximas, para que seu local de coleta permanecesse o mesmo durante todo o período de estudo, respeitando a subida e descida da água nas parcelas (Figura 2).

**Figura 2** - Modelo de coletor desenvolvido e utilizado na coleta da serapilheira em floresta de Várzea, do presente estudo.



**Fonte:** Autores.

As coletas foram realizadas mensalmente, no período de janeiro de 2018 a agosto de 2019. O material coletado foi acondicionado em saco de papel devidamente etiquetado, revestidos por saco plástico. As amostras foram triadas e o material coletado foi separado em classes/frações (folhas, galhos finos, partes reprodutivas e miscelânea). Na sequência, o material foi seco em estufa a 50°C por 24 horas ou até que atingisse peso constante e foi pesado.

Após pesado, o material foi triturado e acondicionado em embalagens plásticas e enviados para análise de macro e micronutrientes no Laboratório de Ecologia Aplicada do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Para a determinação dos teores de macro e micronutrientes foi adotado os métodos descritos por Malavolta et al. (1989). Os macronutrientes analisados foram Cálcio (Ca), Potássio (K), Magnésio (Mg) e Fósforo (P). Quanto aos micronutrientes, os elementos selecionados foram, Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn).

### 3.3 Análise dos dados

Os dados coletados foram tabulados no software Excel. Para análise estatística foi utilizado o software Bioestat versão 5.3, para análise de correlação linear de Pearson entre a biomassa produzida e os fatores físico-químicos. Na análise de correlação linear de Pearson foram utilizados os parâmetros nível da água (cm) e temperatura do ar (°C), que foram medidos diretamente na área de estudo. Analisou-se também a precipitação com dados baixados do site

do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação 82178 no município de Óbidos-PA. Já os dados da vazão foram retirados do site da Agência Nacional de Águas (ANA), estação fluviométrica 17050001 também localizada na cidade de Óbidos. Os dados apresentados são referentes aos mesmos meses de coleta, ou seja, janeiro de 2018 a agosto de 2019.

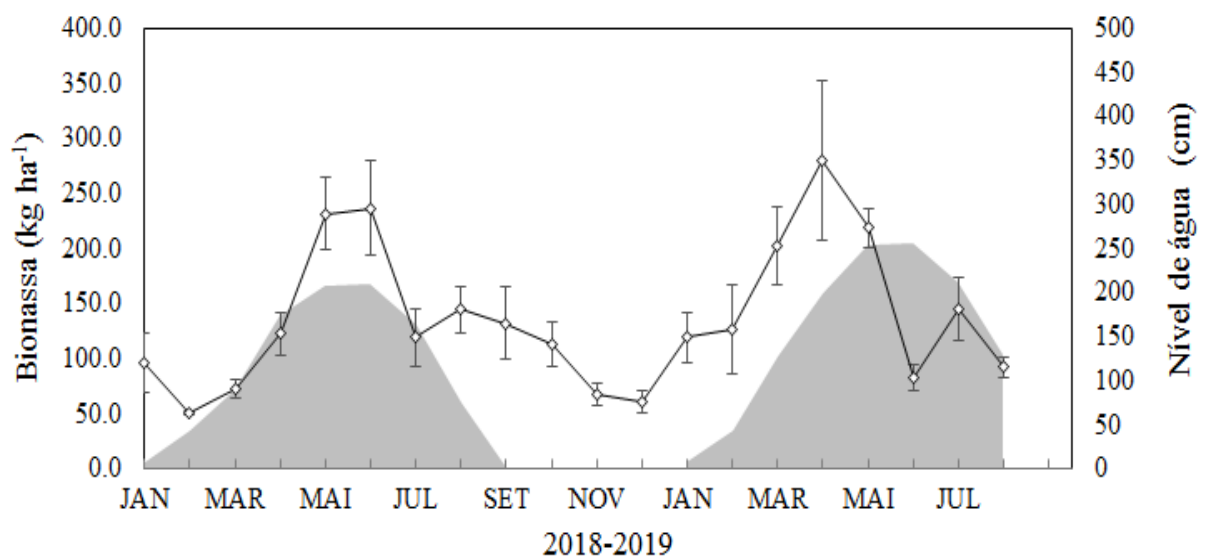
A fim de investigar a normalidade na distribuição dos dados de biomassa, aplicou-se o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Após ser constatado que os dados não apresentam distribuição normal, aplicou-se então um teste não paramétrico do tipo Kruskal-Wallis, para verificar a variação da produção ao longo das fases da hidrógrafa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Variação da produção de serapilheira

A produção total de serapilheira durante os dezenove meses de estudo foi de 27156,5 kg ha<sup>-1</sup>. O mês de maior produção de serapilheira foi abril de 2019 (2800,5 kg ha<sup>-1</sup>), mês esse que corresponde ao período de cheia na região. Já o mês de menor produção ocorreu em fevereiro de 2018 (507,8 kg ha<sup>-1</sup>), mês considerado período de enchente da área (Figura 3)

**Figura 3** - Produção mensal de biomassa via serapilheira em uma floresta de várzea em Santarém-PA (média  $\pm$  erro padrão), acompanhado do nível da água nas parcelas amostradas.



Fonte: Autores.

Ao comparar a distribuição e a produção de serapilheira no presente estudo, mesmo em anos separados (2018 e 2019) e os dados de outros trabalhos (Tabela 1), coletados em outras áreas de floresta na Amazônia, é possível observar uma produção mais elevada, mesmo se comparada a outras florestas de várzea.

O padrão de produção de serapilheira do presente estudo foi similar ao registrado por Camargo (2015) que também apresentou uma queda na produção de serapilheira no período de seca, bem como um aumento no período da cheia (Figura 4). Esses resultados podem indicar que, para plantas de ecossistemas alagados, o estresse hídrico ocorre durante a cheia o que explicaria a maior perda de material vegetal nessa fase da hidrógrafa. Por outro lado, Martins e Rodrigues (1999) em um estudo com floresta de terra firme, registraram uma maior produção de serapilheira no período da seca, resultado esse que se contrapõe ao encontrado pelo atual estudo e que pode indicar uma resposta a alteração no status hídrico do solo porém, neste caso o estresse hídrico ocorre pela falta de água no solo, e não pelo excesso.

**Tabela 1** - Estudos de produção de serapilheira de outros sítios na Amazônia.

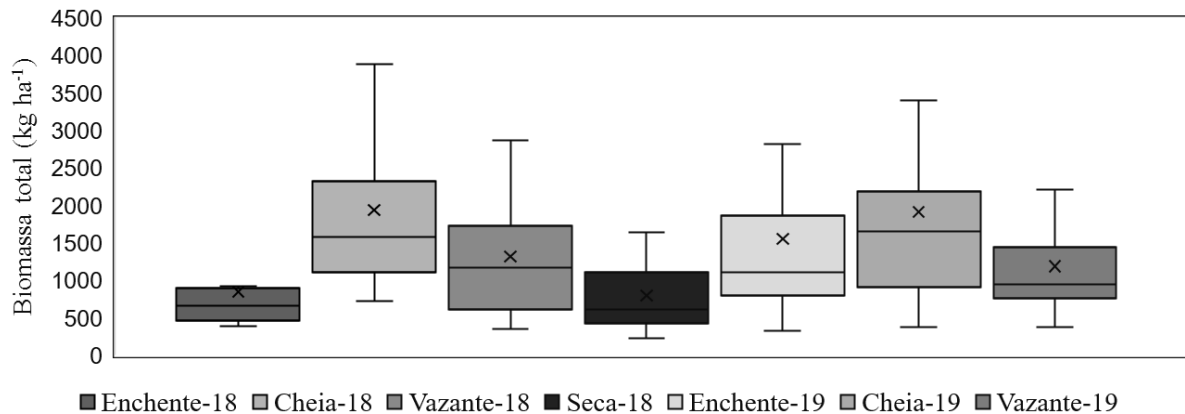
Área de estudo	Biomassa total (kg ha <sup>-1</sup> ano)	Fonte
Igapó	6.700	Adis et al. (1997)
Terra firme – Manaus	7.900	Worbs (1986)
Terra firme – Belém	9.900	Klinge (1977)
Várzea	10.300	Worbs (1986)
Mocambo – Belém –PA Várzea	8.500	Silva and Lobo (1982)
Terra firme – Tucuruí - PA	6.600	Silva (1984)
Terra firme Ilha de Maracá Roraima – Várzea	9.200	Scott et al. (1992)
Várzea de Arapixuna – Santarém-PA	14.487	Este estudo

**Fonte:** Adaptado de Camargo et al, 2015.

Considerando apenas o ano de 2018, este produziu o equivalente a 14487,7 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto ~~que~~ em 2019, em apenas oito meses a mesma área já produziu 12668.8 kg ha<sup>-1</sup>, o que pode indicar uma produção mais elevada em 2019, quando comparada a produção do ano anterior.

A fim de avaliar a sazonalidade da produção, os dados coletados foram agrupados de acordo com as fases da hidrógrafa (enchente, cheia, vazante e seca) de 2018 e (enchente, cheia e vazante) de 2019. Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0.005$ ) entre enchente de 2018 e cheia de 2018; cheia de 2018 e seca de 2018; seca de 2018 e enchente de 2019 (Figura 5).

**Figura 4** - Distribuição da produção total de serapilheira durante as diferentes fases da hidrógrafa. As linhas superior e inferior indicam os pontos máximo e mínimo, respectivamente, x indica a média, as linhas centrais indicam a mediana.

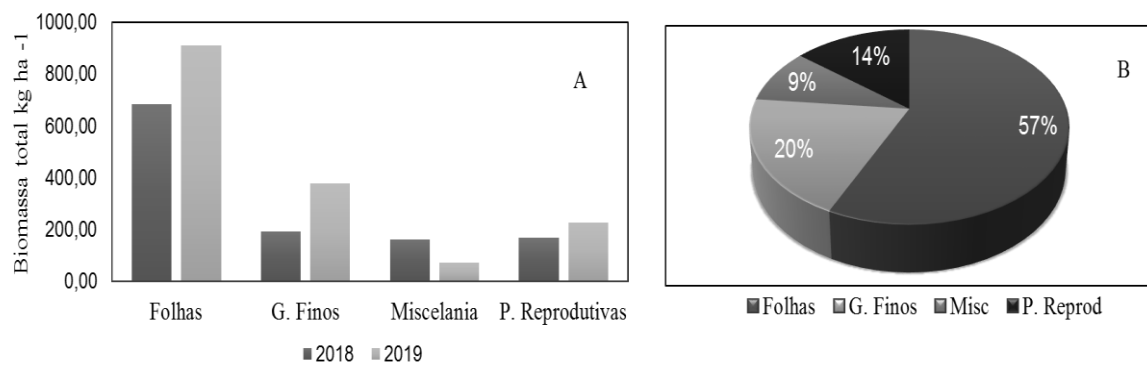


Fonte: Autores.

#### 4.2 Análise da produção de serapilheira por frações

Comparando-se a produção total das frações de 2018 e 2019, os dados mostram que, a produção de todas as frações (exceto a miscelânea), já é maior em 2019 do que a produção de 2018 (Figura 4A). Tanto no ano de 2018 como 2019 a maior produção foi observada na classe “folhas”, que representou 57% da produção total da serapilheira. Já a miscelânea foi a classe com menor percentual de produção ao longo do estudo (Figura 4B).

**Figura 5** – (A) Produção das classes/frações, comparando-se os dois anos de estudo 2018 e 2019. (B) Produção total das classes.

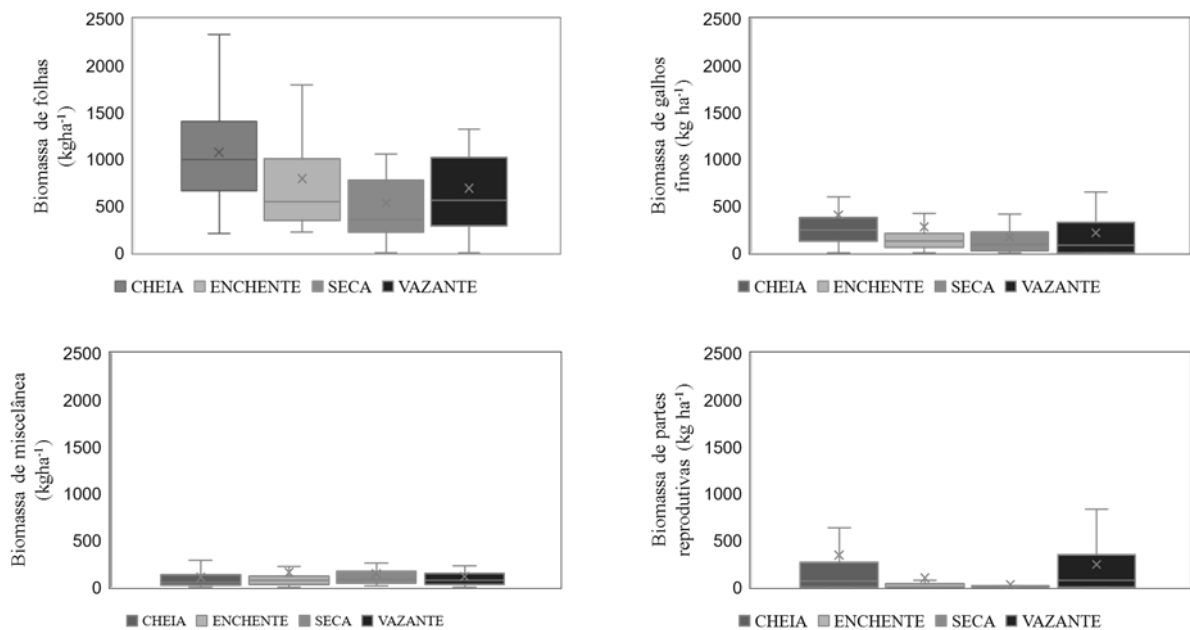


Fonte: autores

Quanto a produção das classes e sua distribuição ao longo das fases da hidrógrafa, foi possível observar que tanto as folhas como as partes reprodutivas e galhos finos, apresentaram uma maior produção no período de cheia e vazante. Este padrão de produção elevada na cheia e vazante pode ser explicado tanto por um mecanismo de sobrevivência ao estresse (no caso da perda de folhas), como também como mecanismo reprodutivo, pois este período é considerado como mais adequado para a dispersão de frutos e sementes, pois a água pode carregar consigo esse material e dispersar as sementes ao longo da planície (Figura 6).

Ainda relacionado às folhas, essa fluutuabilidade na produção de acordo com a variação sazonal, pode estar diretamente relacionada às estratégias de sobrevivência, que as plantas de áreas alagadas desenvolveram durante sua história evolutiva, a fim de se estabilizarem em um ecossistema que oferece períodos de grande estresse, como o alagamento das áreas de várzea. Essa condição de estresse pelo excesso de água faz com que a planta libere suas folhas a fim de evitar o ganho e a perda de água do seu sistema interno.

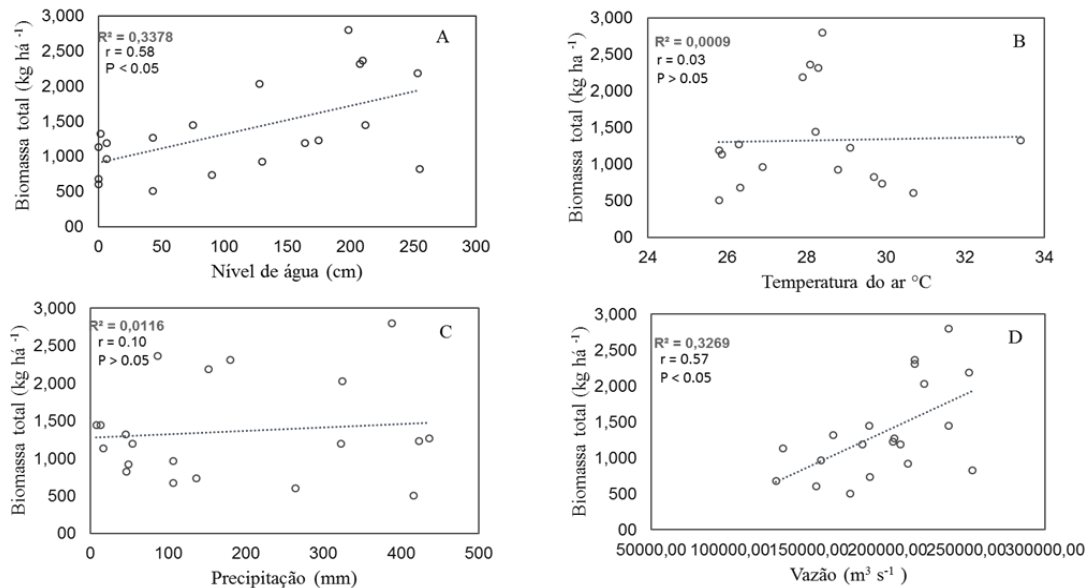
**Figura 6** - Distribuição das frações de serapilheira ao longo das fases da hidrógrafa, As linhas superior e inferior indicam os pontos máximo e mínimo, respectivamente, x indica a média, as linhas centrais indicam a mediana.



Fonte: autores

As análises de correlação de Pearson mostraram uma relação positiva entre a produção de serapilheira e o nível da água na área de estudo (Figura 7A) e a vazão (Figura 7D) ( $p < 0.05$ ). Já os fatores temperatura e precipitação não apresentaram correlação com a produção de serapilheira em áreas de várzea (figura 7B;7C) ( $p > 0.05$ ). A relação entre precipitação e produção de biomassa é bem evidenciado em florestas de terra firme, onde a falta de água no solo é um fator limitante, podendo estar relacionado à fenologia das espécies, bem como aos aspectos ecofisiológicos de resposta ao estresse (neste caso, a seca), quando as plantas tendem a liberar as folhas para evitar perdas de água.

**Figura 7** - (A) Correlação entre biomassa total e nível da água. (B) Correlação entre biomassa total e temperatura do ar. (C) Correlação entre biomassa e precipitação e (D) Correlação da biomassa total com a vazão.

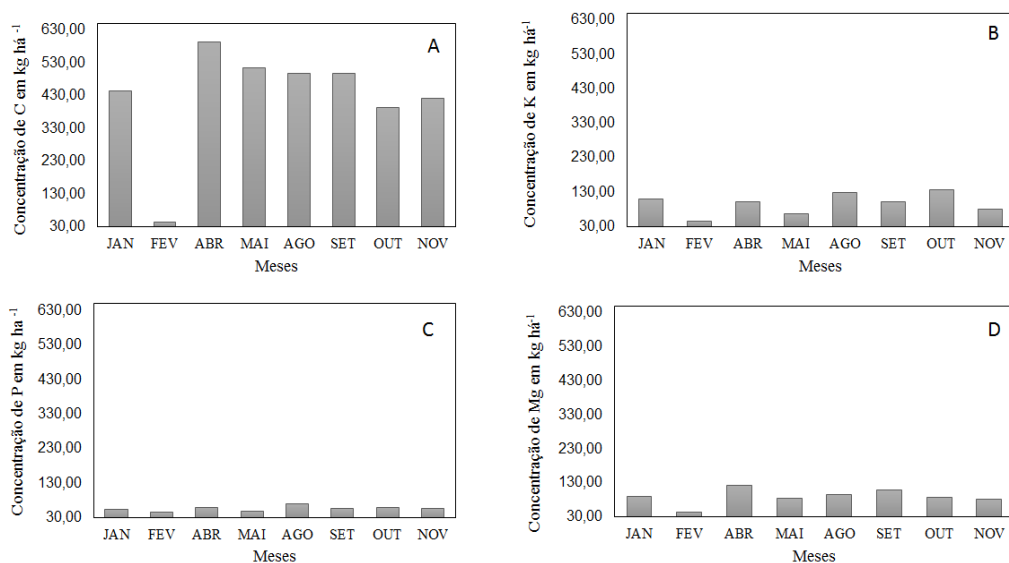


Fonte: autores.

### 4.3 Composição nutricional da serapilheira

A análise nutricional demonstrou que o macronutriente em maior concentração na serapilheira foi o cálcio (Ca). Este nutriente aparece com concentração até cinco vezes maior que o fósforo (P), que foi o macronutriente em menor concentração (Figura 8A; 8C). Não foi observada uma variação na composição nutricional da serapilheira ao longo dos meses.

**Figura 8** - Variação anual de macronutrientes em serapilheira de floresta de várzea, (A) Ca, (B) K, (C) P, e (D) Mg.

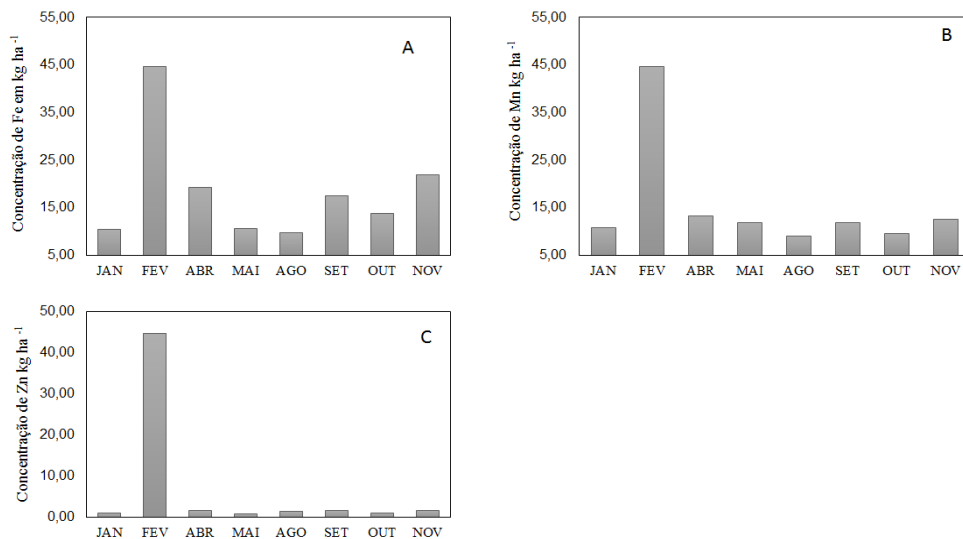


Fonte: autores.

Ao compararmos os resultados deste trabalho com os resultados encontrados por Costa et al. (2004), em um estudo de revegetação com leguminosas em uma área degradada e uma área de floresta secundária, é possível observar que a serapilheira da floresta de várzea do presente estudo apresenta uma deposição maior de macronutrientes, refletindo tanto a resposta das plantas à fertilidade dos solos de várzea, como também indicando um papel de destaque da serapilheira na manutenção da fertilidade destes solos. Essas diferenças de produção também podem ser explicadas pela diferença das tipologias florestais (florestas de várzea e terra firme), bem como pelo estágio sucessional que essas áreas se encontram. Entretanto, a comparação destes estudos mostram o quão importante é a floresta de várzea no que diz respeito a sua contribuição nutricional para o ecossistema, pois esta aporta uma quantidade superior de nutrientes em relação a florestas degradadas e florestas secundárias de terra firme.

O Fe com  $18,47 \text{ kg ha}^{-1}$  é o elemento que aparece em maior quantidade na maioria dos meses, porém a disparidade entre as concentrações dos micronutrientes é menor do que as concentrações dos macronutrientes. Já o elemento de menor concentração foi o Zn que apresentou uma média anual de  $6,69 \text{ Kg ha}^{-1}$ , concentrações de micronutrientes na floresta de várzea apresentaram a seguinte ordem  $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn}$  (Figura 9).

**Figura 9** - Concentração de micronutrientes da serapilheira em uma floresta de várzea Santarém-PA. Ferro (A), manganês (B) e zinco em (C).



Fonte: autores.

## 5 CONCLUSÃO

A floresta de várzea do Distrito de Arapixuna apresentou uma elevada produção de biomassa via serapilheira, quando comparado a outros estudos em outras florestas de várzea e terra-firme.

Foi possível observar um padrão sazonal em que a produção de serapilheira sofre um aumento de produção no período de cheia, e uma redução na produção no período da seca. A fração com maior representatividade foram as folhas que representaram 57% do total da biomassa produzida, sendo a cheia seu período de maior produção, enquanto as partes reprodutivas apresentam maior produção durante a fase de vazante. A produção de serapilheira teve uma grande influência de fatores como o nível da água e isto pode indicar aspectos adaptativos destas espécies para sobrevivência nestas áreas. A análise nutricional mostrou que o Ca é o macronutriente encontrado em maior concentração na serapilheira e o P o menor. Em relação aos micronutrientes o Fe é o elemento produzido em maior quantidade, enquanto o Zn é o menos produzido. Apesar do destaque destes elementos, não foi observado um padrão de distribuição desta deposição de nutrientes ao longo do ano.

Por meio desse estudo foi possível compreender um pouco mais a respeito da dinâmica da serapilheira nos ecossistemas de várzea, pontuando aspectos que evidenciam a relevância deste componente na ciclagem de nutrientes dentro desse meio. A deposição de material via serapilheira, aliado ao pulso de inundação, que traz consigo uma carga de nutrientes muito importante para essas florestas, contribui com a fertilização e manutenção dos solos locais.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, J.R.S.P., OLIVEIRA, R.; MONTEZUMA, R. Dinâmica da Serapilheira em um Trecho de Floresta Atlântica Secundária em Área Urbana do Rio de Janeiro. **Pesquisa Botânica**, v. 61, p. 279–291, 2006.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; JESUS, A. J. S. Effect of seasonal flooding cycle on litterfall production in alluvial rainforest on the middle Xingu River (Amazon basin, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 250-256, 2015.
- COSTA, G. S. et al. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 5, p. 919-927, 2004.
- DE ASSIS, R. L. et al. Patterns of floristic diversity and composition in floodplain forests across four Southern Amazon river tributaries, Brazil. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 229, p. 124–140, 2017.
- DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras-MG. *Revista Árvore*, v.21, n. 1, p. 11-26, 1997.
- FERREIRA, Á. X. Distribuição e propriedade hidráulica dos solos da várzea de Curuai, Pará **Área de concentração: hidrogeologia e meio ambiente**. [s.l: s.n.].
- JUNK, J. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. n. March, p. 110–127, 1989.
- Malavolta, E., Malavolta, M. L., Cabral, C. P., & Antonioli, F. Sobre a composição mineral do aguapé (*Eichornia crassipes*). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, 46(1), 155-162, 1989.
- MARTINS, S. V., & RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**. 1999.
- MOLINIER, M.; GUYOT, J.L.; CALLÈDE, J.; GUIMARÃES, V.; OLIVEIRA, E.; FILIZOLA, N. - Hydrologie du bassin amazonien,. In: THERY H. (ed.) **Environnement et développement en Amazonie brésilienne**, Publ. Belin, Paris, p. 24-41. 1997.
- MORAES, R.; DELITTI, W. B. C.; VUONO, Y.S. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forests. **Brazilian Journal of Botany**, v.22(1), p. 09-16, 1999.
- PAULA, R. R.; PEREIRA, M. G.; DE MENEZES, L. F. T. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na ilha da Marambaia, RJ. **Ciencia Florestal**, v. 19, n. 2, p. 139–148, 2009.
- PRANCE, G. T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. **Acta Amazonica**, v. 10, n. 3, p. 499–504, 1980.
- SALCEDO, A. K. M. Riqueza e densidade de macroinvertebrados aquáticos associados às macrófitas aquáticas nos lagos de várzea Janauacá (AM) e Grande de Curuai (PA) da Amazônia central brasileira. 2011.

SILVA, M.F.F; LOBO, M.G.A., Nota sobre deposição de matéria orgânica em floresta de terra firme, várzea e igapó. **Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi**, vol. 56, p. 1-13, 1982.

SILVER, W. L.; HALL, S. J.; GONZÁLEZ, G. Differential effects of canopy trimming and litter deposition on litterfall and nutrient dynamics in a wet subtropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 332, p. 47–55, 2014.

VITOUSSEK, P. M.; SANFORD, R. L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual review of ecology and systematics**. Vol. 17, p. 137–167, 1986.

ZHOU, W. J. et al. Direct effects of litter decomposition on soil dissolved organic carbon and nitrogen in a tropical rainforest. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 81, p. 255–258, 2015.

Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> acesso em 20 de out de 2019.

Disponível em <<https://www.ana.gov.br/>> acesso em 20 de out de 2019.