



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ/UFOPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO/ ICED
PROGRAMA DE CIÊNCIAS NATURAIS/ PCNAT
LICENCIATURA INTEGRADA EM BIOLOGIA E QUÍMICA

THAMILLES SANTA BARBARA SOUSA FRANCO

**ESTIMATIVAS DE TAXAS DE PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA
FLORESTA SECUNDÁRIA, NA REGIÃO LESTE DA AMAZÔNIA**

SANTARÉM/ PA

2022

THAMILLES SANTA BARBARA SOUSA FRANCO

**ESTIMATIVAS DE TAXAS DE PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA
FLORESTA SECUNDÁRIA, NA REGIÃO LESTE DA AMAZÔNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Licenciatura Integrada em Biologia e Química.

Orientadora: Dr. Adelaine Michela e Silva Figueira.

SANTARÉM/ PA

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) da UFOPA
Catalogação de Publicação na Fonte. UFOPA - Biblioteca Unidade Rondon

Franco, Thamilles Santa Barbara Sousa.

Estimativas de taxas de produção de serapilheira em uma floresta secundária, na região leste da Amazônia / Thamilles Santa Barbara Sousa Franco. - Santarém, 2022.

43fl.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA. Instituto de Ciências da Educação-ICED. Programa de Ciências Naturais. Licenciatura Integrada em Biologia e Química.

Orientador: Adelaine Michela e Silva Figueira.

1. Variação sazonal. 2. Biomassa. 3. Serapilheira. 4. Floresta Secundária. I. Figueira, Adelaine Michela e Silva. II. Título.

UFOPACampus Rondon

CDD 574 23.ed.

THAMILLES SANTA BARBARA SOUSA FRANCO

**ESTIMATIVAS DE TAXAS DE PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA
FLORESTA SECUNDÁRIA, NA REGIÃO LESTE DA AMAZÔNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA,
como requisito obrigatório para a obtenção do grau
de Licenciatura Integrada em Biologia e Química.

Orientadora: Dr. Adelaine Michela e Silva Figueira.

Conceito:

Data de Aprovação: ____/____/____

Prof. Dra. Adelaine Michela e Silva Figueira – Orientadora

Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. José Mauro Sousa de Moura - Examinador

Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dra. Gabriel Iketani Coelho – Examinador

Universidade Federal do Oeste do Pará

Aos meus pais, Floriano Franco (*in memorian*) e Lucilene Sousa, por sonharem comigo e serem meu alicerce na vida, pela garra em superar os obstáculos e nunca deixar com que me faltasse algo, principalmente o amor

À vocês, dedico.

AGRADECIMENTOS

Certamente não conseguirei registrar todas as pessoas que contribuíram em minha caminhada e me cederam forças para chegar até aqui, mas deixarei registrado algumas peças fundamentais para formar esse grande quebra-cabeça que é a minha vida.

Aos meus irmãos, Thais, Talita e Kalebe, pelo ombro amigo nos momentos incertos, por dividirem a vida, a cama (principalmente rs) e os dias, por sempre ter os ouvidos atentos e escutarem o silêncio de meu coração como ninguém. Pela irmandade, cumplicidade e companheirismo.

A minha “grande família” (avós, tios, primos), por ser lar e morada. Em especial ao meu avô Laurivaldo Sousa (*in memoriam*), o fazendeiro, por ter partilhado a alegria em ter uma neta PROFESSORA, por ter me presenteado com meu primeiro quadro e cadeira de estudo, pelo aluno exemplar que fostes e por me ensinar a ser humilde entre os homens.

Tia Laura, por me ensinar o ABC. Professor Josué por despertar o gosto pela ciências biológicas e partilhar um pouco da muita experiência profissional que possui, sobretudo por me incentivar a seguir. A todos os professores do PCNAT (Programa de Ciências Naturais) e ICED, pela formação cedida e conhecimento partilhado, em especial aos professores Fábio Rogério e Nilzilene Gomes (meus primeiros orientadores científicos), professor Ricardo Bezerra (com quem partilhei metade da minha graduação, foi o responsável por abrir as portas do LabBBEX e me conceder autonomia acadêmica), professor José Mauro (por me fazer entender que bem mais importante do que fazer Ciência, é levar a Ciência de forma acessível a quem de fato precisa, transcrever seus resultados para que sejam compreendidos por todos).

Aos meus amigos por tornarem a vida mais leve e extrovertida (amo vocês, sem dúvida).

UFOPA por ter sido “casa” desde 2016 e pelas inúmeras oportunidades concedidas (monitoria, extensão, pibic, cpadc, eventos). A United States Agency for International Development (USAID) pelo financiamento do projeto o qual este trabalho faz parte. Todos os integrantes do projeto 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 executado, obrigada por resistirem em fazer Ciência. Distrito de Arapixuna por “abrir as portas/rios” para essa galera que tem curiosidades a solucionar e não ousar em os acolher tão bem. Aos mateiros, nossos “braço direito” na execução desse trabalho.

Francianny Thays, peça fundamental na execução desse trabalho. Por me mostrar o valor dessas “folhinhas”, pelas lágrimas divididas, leituras compartilhadas, café no “plantão de dúvidas” e tudo o que a vida nos proporcionou. Às vezes fostes amiga e outrora orientadora. Mas jamais deixou de ser você, singular!

Rafael, carinhosamente - Rafinha, pela ajuda prestada no desenvolvimento estatístico. O que importa na vida é a marca positiva que deixamos na vida dos outros, não tenha dúvida de que será lembrado por mim e por todos aqueles que um dia chegarem a ler esse trabalho. Afinal, a expressão deste só foi possível através da sua desenvoltura.

Mamãe e papai, mais uma vez e sempre, pela força, dedicação, esforço e zelo para comigo. Pela educação e tempo investido em meu crescimento. Por me concederem a vida e tudo o que há de mais belo.

Por último, porém com muito amor e gratidão, agradeço a minha querida orientadora Adelaine Michela. Por me conceder asas, pernas, rodas e tudo que possa me levar adiante. Pela confiança, credibilidade, incentivo, força, paciência com minhas inúmeras ausências, carinho e acolhimento. Obrigada por abrir as portas do grupo de pesquisa e me oportunizar em “fazer ciência” com vocês. Por acreditar em minha capacidade (e teimosia em me fazer acreditar junto). Pelo abraço concedido em abril de 2019, durante uma aula de práticas de ensino de biologia, quando deixou o “profissional” de lado e me entregou todo o seu amor de mãe, esse abraço transformou meu dia e suas palavras transformaram a dor que eu carregava em meu coração. Você me inspira!

E acima de todas essas coisas, agradeço a Deus, minha fortaleza e amigo fiel. Obrigada por jamais permitir com que eu perdesse de vista o meu ponto de partida.

“Nada é mais fatal para o progresso da mente humana do que achar que nossas visões da ciência são definitivas, que nossos triunfos são completos, que não há mistérios na natureza, e que não há mundos novos a conquistar.”

Humphry Davi

RESUMO

A Amazônia é a maior floresta tropical úmida do mundo e nas últimas décadas vem sofrendo com fortes pressões antrópicas. Estima-se que as taxas de desmatamento continuem crescendo na Amazônia, logo, também, a grande extensão de florestas secundárias de terra firme. Dessa forma, torna-se necessário gerar informações básicas a respeito da dinâmica de florestas secundárias e a maneira como estas desenvolvem-se na recuperação de suas funções ecológicas. Uma das possibilidades de mensurar como estas florestas se comportam frente às mudanças, é realizando a investigação sobre os padrões de produção de biomassa, e isto pode ser feito através da quantificação de serapilheira produzida. O presente estudo teve como objetivo mensurar a dinâmica temporal de produção de serapilheira, bem como investigar a existência de variações sazonais de produção em uma floresta secundária de terra-firme, no distrito de Arapixuna, Santarém-PA. Foram delimitadas quatro parcelas de 50mx50m e utilizados 12 coletores por hectare. As coletas de serapilheira ocorreram mensalmente ao longo de 24 meses e o material coletado foi separado em frações (folhas, galhos, parte reprodutiva e miscelânea) e seco em estufa de circulação fechada. Os resultados mostram uma produção elevada de serapilheira nessa tipologia florestal, com uma produção total de 11.512,78 kg.ha⁻¹ para o ano de 2018 e 12.213,52 kg.ha⁻¹ para o ano de 2019, sendo a contribuição das frações dadas na seguinte ordem: folhas 63%, galhos finos 20%, miscelânea 9% e partes reprodutivas 8%. Observou-se um comportamento sazonal na produção de serapilheira, com aporte maior na estação seca e menor na estação chuvosa, indicando que os parâmetros climáticos, especialmente a precipitação, exercem uma significativa influência na produção de serapilheira nas áreas de floresta secundária, e sugerindo uma alta sensibilidade destas frente às variações ambientais.

Palavras-chave: Variação sazonal. Biomassa. Serapilheira. Floresta secundária.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Mapa de localização da área de estudo, distrito de Arapixuna, Santarém-PA. 18
- Figura 2 -** Variáveis meteorológicas de precipitação total mensal (mm) e temperatura média mensal (°C) no município de Santarém-PA, no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2020. Dados retirados da estação meteorológica A232-ÓBIDOS (Latitude: -1,9 S, Longitude: -55,5 W) (INMET, 2022). 19
- Figura 3-** Mapa de localização do Sítio de estudo do projeto PEER, distrito de Arapixuna, Santarém-PA. Floresta secundária de terra firme (em amarelo) à Oeste da comunidade e floresta de várzea (em vermelho) à Leste. 20
- Figura 4-** Modelo de coletor utilizado na coleta de serapilheira em florestas de terra firme, do presente estudo. 22
- Figura 5-** (A) Material coletado sendo triado em laboratório, (B) Material triado sendo colocado para secagem na estufa. 23
- Figura 6-** Valores médios mensais para produção de serapilheira, nos dois anos de estudo, em floresta secundária de terra firme no leste da Amazônia. 24
- Figura 7 –** Produção média mensal de Biomassa total nos anos de 2018 e 2019 em uma floresta secundária de terra firme. Linhas superiores indicam ponto máximo, linhas inferiores indicam ponto mínimo, linhas centrais indicam a mediana e as bolinhas indicam valores discrepantes acima do limite máximo. 25
- Figura 8-** Variação temporal e comportamento da produção mensal de serapilheira ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) ao longo dos anos em uma floresta secundária de terra firme em Santarém-PA em relação da taxa de precipitação pluviométrica (mm). 29
- Figura 9-** Comparação da produção total de serapilheira em floresta secundária de terra firme entre as estações (seca e chuvosa). Linhas superiores indicam ponto máximo, linhas inferiores indicam ponto mínimo, linhas centrais indicam a mediana e a bolinha indica valor discrepante acima do ponto máximo. 30
- Figura 10-** Produção média mensal das frações, comparando-se os anos de 2018 e 2019. Linhas

superiores indicam ponto máximo, linhas inferiores indicam ponto mínimo, linhas centrais indicam a mediana e as bolinhas indicam valores discrepantes acima do ponto máximo.32

Figura 11- Produção de serapilheira em floresta secundária de terra firme, de acordo com o total de frações.33

Figura 12- Distribuição das frações de serapilheira ao longo das estações. Linhas superiores indicam ponto máximo, linhas inferiores indicam ponto mínimo, linhas centrais indicam a mediana e as bolinhas indicam valores discrepantes.34

Figura 13- Distribuição das frações de serapilheira ao longo do ano de 2018 e 2019.35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Produção de serapilheira (kg.ha ⁻¹) em diferentes áreas do Brasil.....	27
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 Geral	17
2.2 Específicos	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Área de estudo	18
3.2 Coleta de dados	21
3.3 Análise de dados	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Dinâmica de produção de serapilheira.....	24
4.2 Variação sazonal da produção de serapilheira.....	28
4.3 Composição da serapilheira por frações.....	31
5 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é a maior floresta tropical úmida do mundo, com uma área total de cerca de 7 milhões de km², representando cerca de 56% das florestas tropicais da Terra, abrangendo os territórios dentro de alguns países como Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Brasil, e mais notadamente neste último, onde atinge 5 milhões de quilômetros quadrados, o equivalente a 66% da área geográfica do país (PELEJA e MOURA, 2012).

Formada por uma vasta biodiversidade, a Amazônia desempenha um papel importante na manutenção de ecossistemas, ajudando a regular o clima, as chuvas e a absorção de dióxido de carbono (DALLAQUA; FAZENDA; FARIA, 2020).

Apesar de sua importância para o ecossistema global, esta floresta vem sofrendo intensa pressão antrópica nas últimas décadas, sobretudo as que consistem na remoção da floresta primária para dar espaço ao desenvolvimento de atividades agropecuárias e agrícolas. A exploração predatória dos recursos naturais amazônicos vem ocorrendo em grandes extensões de floresta primária, deixando o ambiente altamente fragmentado, incluindo áreas que variam entre terras cultivadas, pousio de várias idades, floresta secundária proveniente de pousios e remanescentes da vegetação primária (VIEIRA et al., 2008).

Durante a colonização da Amazônia (década de 1970), o uso da terra para agricultura e pecuária constituiu-se a principal atividade econômica na região, e os planos de desenvolvimento da região visavam implementar projetos agropecuários de grande porte (FEARNSSIDE, 1997). Desde então, as práticas agrícolas de derrubada e queimada (OLIVEIRA et al., 2007) têm ganhado destaque.

Esse tipo de prática agrícola consiste no corte e em seguida a queima das árvores, retirando a vegetação e dando espaço para áreas de cultivos. Depois de um tempo cultivadas, essas áreas perdem seu potencial produtivo, então surge a necessidade de abandoná-las por um tempo para que assim a terra possa “descansar”, se refazer e tornar-se produtiva novamente. Esse intervalo de descanso entre um cultivo e outro, é conhecido como pousio. É durante o pousio que ocorre o desenvolvimento de vegetação secundária e restabelecimento de nutrientes no solo. Após essa regeneração, as árvores são derrubadas novamente e queimadas e as cinzas resultante da queima

tornam-se fonte de adubação barata aos agricultores, que por sua vez voltam a cultivar as terras até que estas atinjam seu potencial produtivo.

Na Amazônia Legal, as florestas secundárias já respondem por mais de 20% das áreas desmatadas da região (INPE, 2020) e existe a possibilidade desse índice aumentar. Somente no ano de 2021, cerca de 13.235 Km² de floresta foram desmatadas na Amazônia Legal Brasileira (ALB), esse valor representa um aumento de 21,97% em relação a taxa de desmatamento apurada em 2020 pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), que foi de 10.851 km² para os nove estados da ALB (INPE, 2021). Desse modo, observa-se que o território amazônico passou a ser constituído por áreas que já sofreram algum tipo de alteração e por áreas que ainda permanecem intactas, formando um vasto mosaico paisagístico.

A importância da vegetação secundária vem aumentando, não somente pelo crescimento de sua extensão, mas também pelo reconhecimento dos serviços ambientais que oferece ao homem e ao meio ambiente (LUGO, 2009). Em geral, as florestas secundárias exercem importantes funções ecológicas, como a capacidade de acumular biomassa e nutrientes em altas taxas, manter ciclos biogeoquímicos e a conservação do solo e água em níveis comparáveis às florestas primárias (DENICH, 1991).

Em sistemas florestais, em geral, os processos bioquímicos e biofísicos como fotossíntese, evapotranspiração e decomposição da matéria orgânica, estão relacionados à estrutura do dossel, bem como à quantidade de biomassa total e verde. Ao se referir às florestas secundárias, é imprescindível quantificar a biomassa produzida pela vegetação, pois esta assegura a manutenção destes processos e é um fator importante para compreender a regeneração destes ecossistemas, uma vez que a biomassa é a responsável por viabilizar a disponibilização adicional de nutrientes essenciais para o desenvolvimento florestal. A reposição de biomassa nos ecossistemas é a principal via de transferência de nutrientes da vegetação para o solo, auxiliando na manutenção de sua fertilidade, o que é crucial para a sustentabilidade e manutenção dos sistemas florestais (ZHANG et al., 2014).

A estimativa da produção de biomassa florestal é fundamental, pois está diretamente relacionada ao estoque de nutrientes na vegetação, de modo que qualquer alteração na produção de biomassa pode interferir na dinâmica da floresta e gerar perturbações em sua produtividade. A

produtividade de um ecossistema depende da quantidade de nutrientes armazenados em seus diversos compartimentos, tais como: vegetação, resíduos gerados (serapilheira), solo e biomassa animal e taxas de transferência (SILVA et al., 2007).

Uma possibilidade de quantificar e qualificar a produção de biomassa, é através da estimativa de serapilheira produzida no ecossistema. A serapilheira é a matéria orgânica depositada no solo da floresta, como folhas, galhos, cascas, sementes, frutos, flores e fragmentos vegetais não identificados, em vários estágios de decomposição (SILVA et al., 2018).

Nas florestas em regeneração, a produção de serapilheira, é um fator importante para o entendimento da produtividade e equilíbrio do ecossistema, pois esta, é fonte de nutrientes para as plantas e é responsável por importantes processos como retenção de umidade, prevenção da erosão e melhoria das propriedades físicas do solo (HOLANDA et al., 2015), além de permitir a existência de grande variedade de nichos ecológicos para a fauna e microrganismos através da matéria orgânica depositada (SESSEGOLO, 1997). Também ajuda a regular os microclimas acima do solo, servindo de refúgio para pequenos animais, bem como reservatório de nutrientes.

Na Amazônia, onde uma parcela significativa das florestas encontra-se em algum estágio de regeneração pós-impacto, a investigação sobre os padrões de produção de biomassa torna-se fundamental para entender a dinâmica de restauração destes ecossistemas. Visto que a biomassa florestal pode ser quantificada a partir da serapilheira, o presente estudo trará novos dados referentes a produção de serapilheira em florestas secundárias. Atualmente os dados existentes são escassos, o que dificulta a compreensão dos fatores que regem a dinâmica e produção da serapilheira nestas florestas. Assim, buscou-se elucidar a dinâmica de produção de serapilheira em florestas secundárias e inferir sobre o papel destes processos na dinâmica de recuperação florestal.

As informações geradas a partir dessa pesquisa serão úteis no desenvolvimento de medidas de recuperação e restauração da floresta e de suas funções ecológicas, pois proporcionarão entendimento a respeito de seu comportamento e sobre quais fatores controlam o crescimento desses ecossistemas e regem a dinâmica de produção de biomassa nos mesmos, visto que ainda são poucos conhecidos para estas fisionomias.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Investigar a dinâmica sazonal/anual de produção de serapilheira, dando ênfase à produtividade foliar, em uma floresta secundária de terra-firme, localizada no distrito de Arapixuna, pertencente ao município de Santarém - PA, Brasil, região leste da Amazônia.

2.2 Específicos

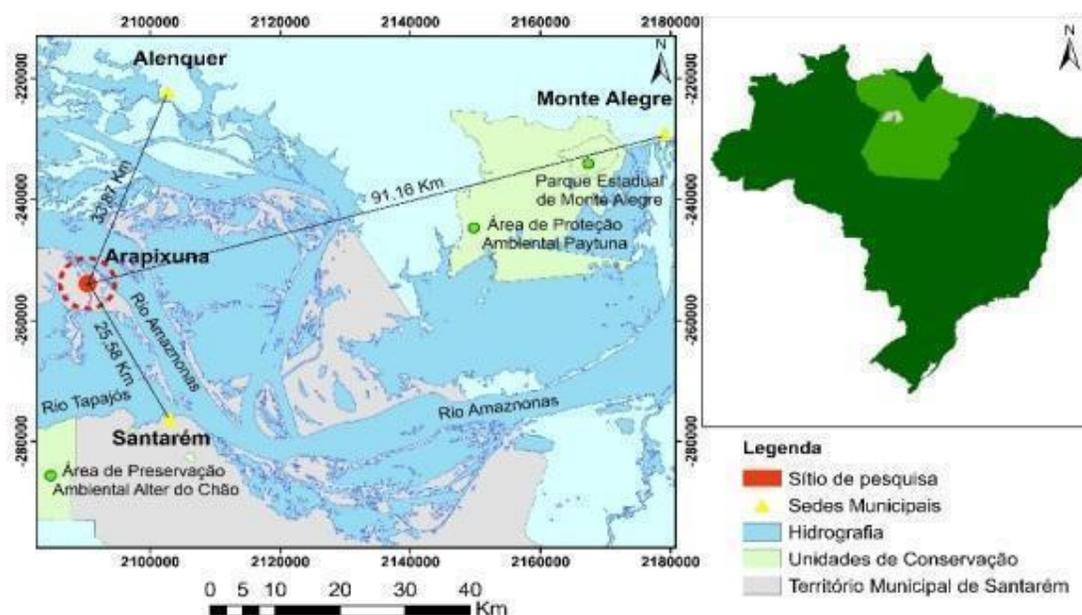
- Quantificar a produção temporal de serapilheira em uma floresta secundária de terra firme
- Determinar a fração (folhas, galhos, material reprodutivo, miscelânea) que mais contribui para a formação de serapilheira nessa área.
- Avaliar a relação entre produção de serapilheira, nível de precipitação e a temperatura, ao longo de dois anos.
- Investigar a existência de variações sazonais de produção, especialmente considerando estação seca e estação chuvosa

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no Distrito de Arapixuna, situado a 30 km da área urbana do município de Santarém-PA, (Lat. 02° 13 '49"S; Long. 054° 50 '55"O) (Figura 1). A área tem acesso somente por via fluvial, sendo esta o Igarapé Arapixuna, um pequeno rio de água branca, tributário do rio Amazonas, com grande carga de material em suspensão de sedimentos provenientes dos Andes (PRANCES, 1980).

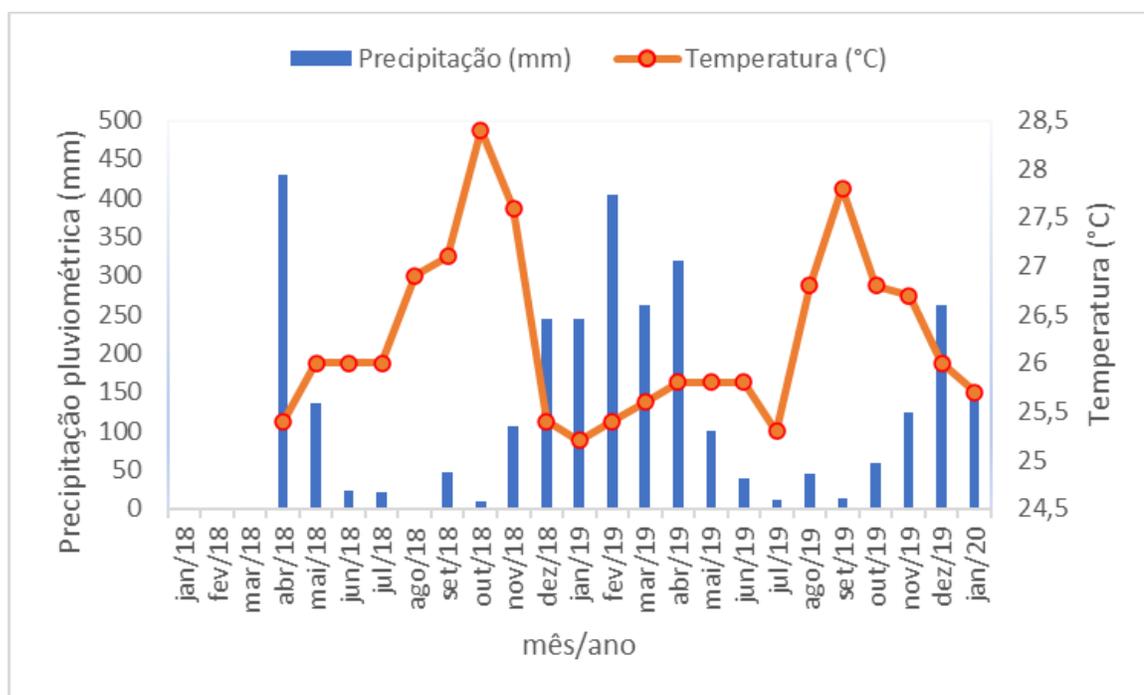
Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, distrito de Arapixuna, Santarém-PA.



Fonte: Matheus Bento, ano 2019.

De acordo com a classificação de Köppen, o tipo climático da região é o Ami (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, iniciando no mês de dezembro (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 (Figura 2).

Figura 2 - Variáveis meteorológicas de precipitação total mensal (mm) e temperatura média mensal (°C) no município de Santarém-PA, no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2020. Dados retirados da estação meteorológica A232-ÓBIDOS (Latitude: -1,9 S, Longitude: -55,5 W) (INMET, 2022).



Fonte: Autora, 2022.

Os materiais biológicos analisados, pertencem a um fragmento de Floresta Secundária de Terra Firme resultante da prática de agricultura familiar com sistemas de cultivo do tipo “corte e queima”, que são muito presentes nesta região devido o baixo custo e “praticidade” da técnica. Este local, onde as parcelas estão inseridas, tem em torno de 15 anos de pousio, segundo o proprietário do terreno, e sofreu um corte raso para cultivo de culturas perenes (milho, mandioca, jerimum). A 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 (CH₄) em diferentes tipos de florestas tropicais” (Figura 3).

Figura 3- Mapa de localização do Sítio de estudo do projeto PEER, distrito de Arapixuna, Santarém-PA. Floresta secundária de terra firme (em amarelo) à Oeste da comunidade e floresta de várzea (em vermelho) à Leste.



Fonte: Matheus Bento, ano 2019.

A área de estudo foi escolhida devido às características de pousio em agricultura, sendo ideal para quantificar a produção de biomassa de serapilheira em florestas secundárias de terra firme. De acordo com Machado et al (2018), que realizaram um estudo florístico e estrutural na floresta secundária deste estudo, observaram a presença de 378 indivíduos ha^{-1} dispostos em 43 espécies e 22 famílias arbóreas. Apesar da densidade de indivíduos ser considerada alta, essa floresta secundária mostrou-se pouco desenvolvida e isto tem relação com o baixo tempo de regeneração e a forma de uso anterior do solo. Essa área apresentou índice de 33,94 t ha^{-1} de biomassa viva acima do solo (MACHADO, 2019).

As espécies arbóreas mais abundantes são *Handroanthus albus* (Cham.), *Inga sp.* Mill., *Vismia macrophylla* Kunth, *Mabea nitida* Spruce ex Benth. e piriquiteira (NI - Não Identificado), sendo estas conhecidas popularmente como Ipê Amarelo, Ingá, Lacre, Taquari e piriquiteira, respectivamente, e de acordo com Machado (2019), estas compõem o grupo ecológico de espécies pioneiras, exceto *Inga sp.* Mill. e piriquiteira, que não tiveram seu grupo ecológico classificado. É importante destacar que 80% dos indivíduos desta floresta secundária, possuem DAP (diâmetro à

altura do peito) menor que 20cm, resultado proporcionado pelo curto tempo de sucessão ecológica (MACHADO, 2019), este fato reforça o estágio sucessional em que essa floresta de terra firme se encontra.

Não existe uma literatura que aborde e caracterize de forma específica a pedologia de Arapixuna, porém alguns trabalhos já vêm sendo realizados nessa região, dentre eles o de Santos & Moura (2018), onde após análise química do solo da região do Arapixuna, confirmaram a hipótese de que estes solos apresentam alto grau de acidez e baixa disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica, indicando que a região pode ser classificada como solos do tipo Neossolo Flúvico Eutrófico Típico. Machado (2019), relata que essa área de floresta de terra firme apresenta um pH médio de 3,4, além da baixa concentração de cálcio (Ca: $0,46 \text{ cmol dm}^{-3}$), potássio (K: $32,75 \text{ mg dm}^{-3}$), enxofre ($S < 6 \text{ mg dm}^{-3}$) e magnésio (Mg: $0,09 \text{ cmol dm}^{-3}$) e baixo teor de matéria orgânica (22 g dm^{-3}).

3.2 Coleta de dados

Este estudo foi realizado a partir de amostras coletadas e contidas no banco de dados do projeto PEER, sendo estas coletas realizadas por integrantes do grupo (bolsistas de iniciação científica, graduandos, mestrandos, docentes).

Na floresta, foram delimitadas quatro parcelas de $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$, e nestas, foram instalados três coletores de serapilheira por parcela, totalizando 12 coletores por hectare. Para confecção destes, foram utilizadas redes coletoras fabricadas de polietileno de 2mm de malha, acoplada a canos de PVC (policloreto de vinila) $\frac{1}{2}$ polegada. Os coletores possuem área de cobertura de $0,25 \text{ m}^2$ e estão suspensos na altura de 60cm, para que não haja contaminação das amostras por solo (Figura 4).

Figura 4- Modelo de coletor utilizado na coleta de serapilheira em florestas de terra firme, do presente estudo.



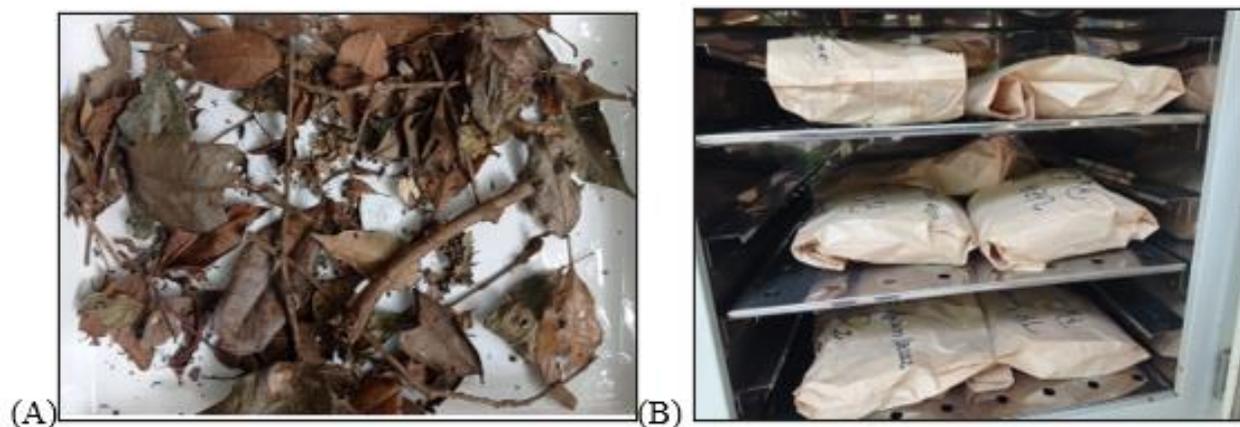
Fonte: Franciany Thays, 2018.

As coletas foram realizadas mensalmente por um período de quatro anos, janeiro de 2018 a dezembro de 2021. Para este estudo, foram considerados o período de janeiro de 2018 a dezembro de 2019 (totalizando 24 meses), devido a regularidade e continuidade nas coletas, visto que a partir de 2020, alguns meses de coleta ficaram comprometidos em função da pandemia de COVID-19.

Todo material presente no coletor foi retirado e em seguida armazenado em sacos de papel devidamente identificados de acordo com a parcela e coletor onde estavam inseridos. Adicionalmente, os sacos com amostras foram revestidos em sacos plásticos para evitar perda e facilitar o transporte até o Laboratório de Ensino de Biologia 2 (UFOPA), onde foram realizadas as triagens.

Em laboratório as amostras foram triadas e o material separado em 4 categorias/frações: folhas, galhos finos, material reprodutivo (flores, frutos e sementes) e miscelânea (materiais com elevado nível de decomposição, não sendo possível sua identificação ou que não se enquadram nas categorias citadas) (Figura 5A). Após triagem, o material foi seco em estufa de circulação forçada a 60°C por 72 horas ou até que atingisse peso constante (Figura 5B) e após secagem, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,01g, para obtenção do peso seco do material.

Figura 5- (A) Material coletado sendo triado em laboratório, (B) Material triado sendo colocado para secagem na estufa.



Fonte: Autora, 2022.

Os dados referentes ao nível de precipitação e temperatura mensal foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação automática A232, referente ao município de Óbidos-PA.

3.3 Análise de dados

Foram analisados os dados obtidos a partir de 24 coletas realizadas pelo projeto PEER, resultando em 288 amostras. Cada parcela de floresta secundária contou com 03 amostras mensais, obteve-se a média dessas amostras para representar a produção de serapilheira mensal em cada parcela. A partir desses dados, estimou-se as produções mensais e anuais de serapilheira ao longo dos dois anos de estudo.

Todos os dados foram tabulados em uma planilha no Microsoft Excel (versão 2019). Realizou-se a análise estatística utilizando o Bioestat (versão 5.3), onde para testar a normalidade de Biomassa total foi utilizado o teste Shapiro Wilk e observou-se que as amostras não continham uma distribuição normal, valor de $p = 0.79156$. Diante a distribuição, aplicou-se um teste não paramétrico do tipo Mann-Whitney, para verificar a dinâmica de produção de serapilheira ao longo dos anos e ao longo das estações climáticas (seca e chuvosa).

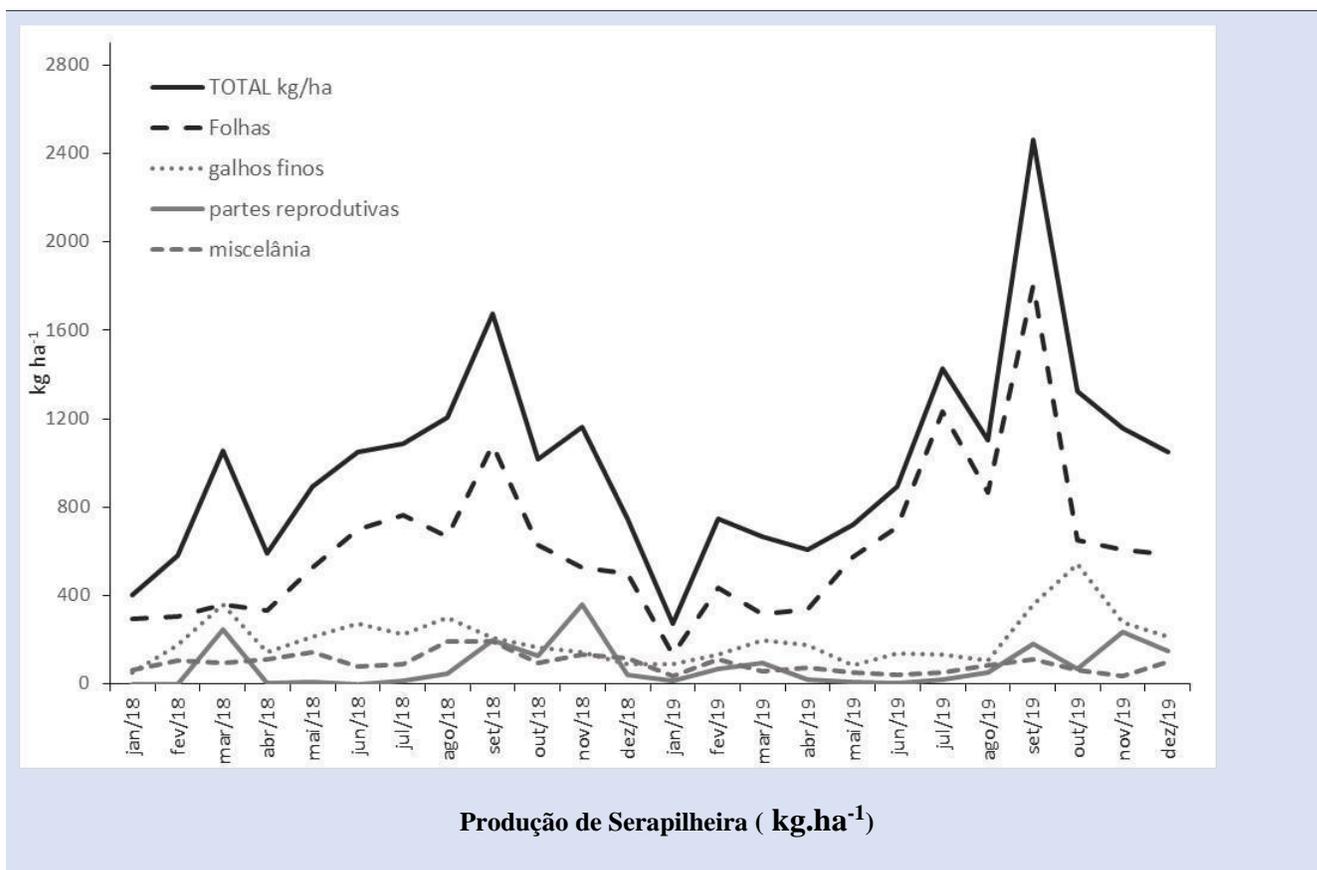
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dinâmica de produção de serapilheira

A produção mensal de serapilheira na floresta secundária de Terra Firme variou de 274,17 a 2459,64 kg. ha⁻¹, resultando numa produção total de 23.726,30 kg. ha⁻¹ para os vinte quatro meses de estudo (Figura 6). A produção total para o ano de 2018 foi 11.512,78 kg. ha⁻¹ e 12.213,52 kg. ha⁻¹ para o ano de 2019. Não houve diferença significativa na produção total entre os dois anos, logo, ambos os anos apresentam padrão de produção de serapilheira semelhante entre si, com algumas discrepâncias ao longo da deposição, onde o fator ano não gera influência na diferença de produção (Figura 7).

Esse valor médio de produção enquadra-se dentro da produção esperada para florestas tropicais úmidas, que de acordo com Bray e Orham (1964); Golley et al (1978); Larcher (2000), varia de 6000 a 12000 kg. ha⁻¹.

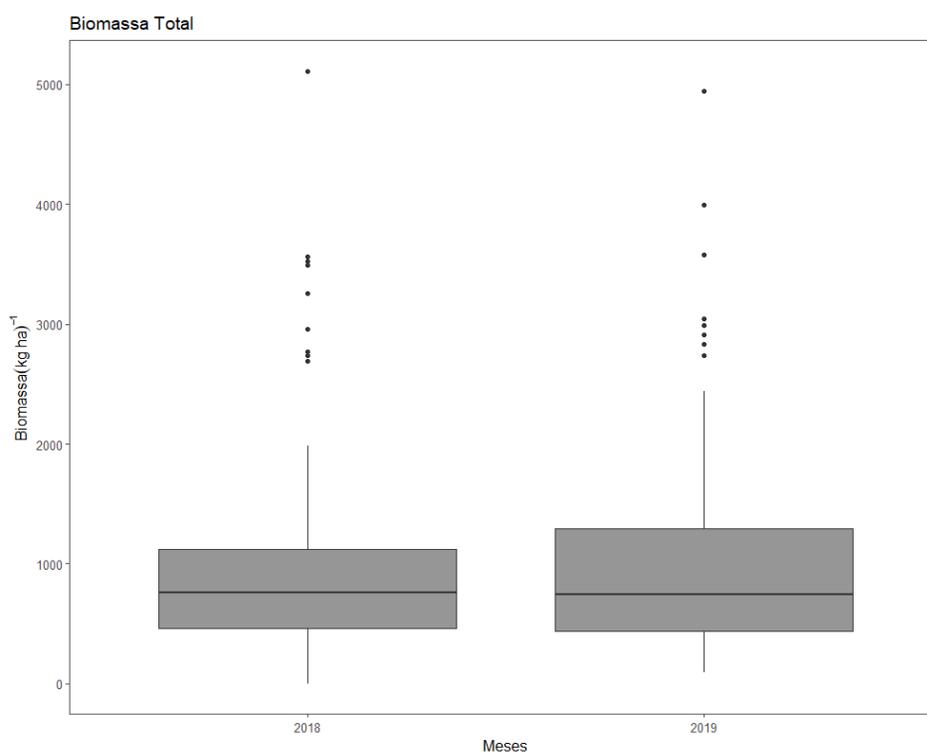
Figura 6- Valores médios mensais para produção de serapilheira, nos dois anos de estudo, em floresta secundária de terra firme no leste da Amazônia.



Fonte: Autora, 2022.

Os picos de produção de serapilheira foram observados em setembro de 2018 (1676,5 6 kg ha⁻¹) e setembro de 2019 (2459,6 kg ha⁻¹). Os menores valores de produção foram observados em janeiro de 2018 (404,1 kg ha⁻¹) e janeiro de 2019 (274,1 kg ha⁻¹).

Figura 7 - Produção média mensal de Biomassa total nos anos de 2018 e 2019 em uma floresta secundária de terra firme. Linhas superiores indicam ponto máximo, linhas inferiores indicam ponto mínimo, linhas centrais indicam a mediana e as bolinhas indicam valores discrepantes acima do limite máximo.



Fonte: Autora, 2022.

Ao analisar os dados e comparar a produção de serapilheira deste estudo com outros trabalhos realizados em diferentes regiões do Brasil, é possível observar uma elevada produção dessa floresta secundária em relação a maioria das florestas secundárias relatadas na literatura (Tabela 1). A diferença na deposição de serapilheira pode estar relacionada a muitos fatores e Cianciaruso et al (2006) destaca que a deposição de serapilheira em florestas tropicais deve ser analisada levando em conta fatores climáticos, biológicos, edáficos e estágios sucessionais.

Produção semelhante à deste estudo foi encontrada por Almeida; Luizão; Rodrigues (2015) (10.600 kg. ha⁻¹) em uma floresta secundária no Mato Grosso, cujo uso prévio do solo está ligado à exploração seletiva de madeira. O valor também é semelhante ao valor estimado por Machado et al (2008) (10.170 kg. ha⁻¹) em uma floresta secundária do Rio de Janeiro, com uso prévio do solo sendo utilizado para pastagem e agricultura de corte e queima e Abreu (2006) (10.738,71 kg.ha⁻¹) em uma floresta secundária de mata atlântica cujo uso do solo está relacionado a áreas de extração madeireira e lavouras.

As diferenças no padrão de deposição de serapilheira entre os trabalhos levantados na Tabela 1, pode ser justificado pelas características climáticas e/ou ambientais de cada área de estudo, bem como idade da floresta secundária, uma vez que todas as áreas levantadas correspondem a florestas secundárias e, em sua maioria, são resultantes da prática de extração madeireira e agricultura de corte e queima com tempos alternativos de pousio. Dessa forma, o uso prévio do solo por si só não deve ser considerado um fator padrão na taxa de produção de serapilheira, mas uma gama de outros fatores, como fatores climáticos, nutricionais, composição florística da vegetação ou uma combinação destes.

O estágio sucessional em que a floresta secundária se encontra influi diretamente na quantidade de serapilheira que esta produz, ressaltando que florestas secundárias mais antigas produzem menos serapilheira quando comparadas com florestas secundárias em estágio inicial de sucessão ecológica (OLIVEIRA e NETO, 1999; LEITÃO FILHO et al, 1993), que é o caso da floresta secundária deste estudo (15 anos de idade, estágio sucessional inicial). Uma vez que florestas em estágio inicial de sucessão contam com a dominância de espécies pioneiras em sua composição florística e estas possuem alto padrão de produtividade, como é o caso das seguintes espécies: *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Caryocar brasiliense* Cambess, *Curatella americana* L., *Mabea nitida* Spruce ex Benth., *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke, *Vismia macrophylla* Kunth, todas estas observadas na composição florística da área de estudo. Logo, ressalta-se a importância de relacionar níveis de precipitação, temperatura, tempo de regeneração e também a composição florística com a produção e deposição de serapilheira.

Tabela 1- Produção de serapilheira (kg.ha⁻¹) em diferentes áreas do Brasil.

Tipologia florestal	Região	Produção de serapilheira	Uso prévio do solo	Referência
Floresta secundária de terra firme	Santarém/PA	11863,15	Agricultura de corte e queima	Esse estudo
Floresta secundária de Terra Firme	Uruará/PA	9.095	Pecuária extensiva e exploração de madeira	Silva et al, 2018.
Quatro florestas secundárias: 6, 10, 20 e 40 anos de idade.	Capitão Poço/PA	6 anos = 6.700 10 anos = 5.630 20 anos = 5.650 40 anos = 3.730	Plantio de culturas agrícolas (milho, mandioca, feijão) e pastagem (10 anos)	Hayashi; Sanae; Nogueira, 2006
03 áreas de sistemas agroflorestais: SAF1/ SAF2/ SAF3	Belterra- PA	6240 para SAF1 4610 para SAF2 1710 para SAF3	Agricultura e pastagem	Pimentel et al, 2021
Fragmento de floresta secundária de 34 anos	Castanhal-PA	7.140 ± 1.060	Agricultura de corte e queima, pousio de 07 a 10 anos.	Silva & Conceição, 2021.
Floresta secundária em repouso há 45 anos	Marituba/PA	9.330	Extração de madeira com valor econômico/seletiva	Santana et al, 2003
Floresta secundária	Macapá/AP	4.474	Agricultura migratória, com períodos de cultivos de 2 a 4 anos e períodos de pousio de 6 a 10 anos.	Mochiuttl; Queiroz; Melém Junior, 2006.
Fragmentos de floresta antropizada	Juína/ MT	4.865	a cada 2 anos é feita roçada para retirada de plantas herbáceas e de menor porte	Costa et al, 2019
03 Módulos de Floresta secundária	Cláudia/ MT	10.600	Florestas que foram exploradas seletivamente	Almeida, Luizão; Rodrigues, 2015.

Continua...

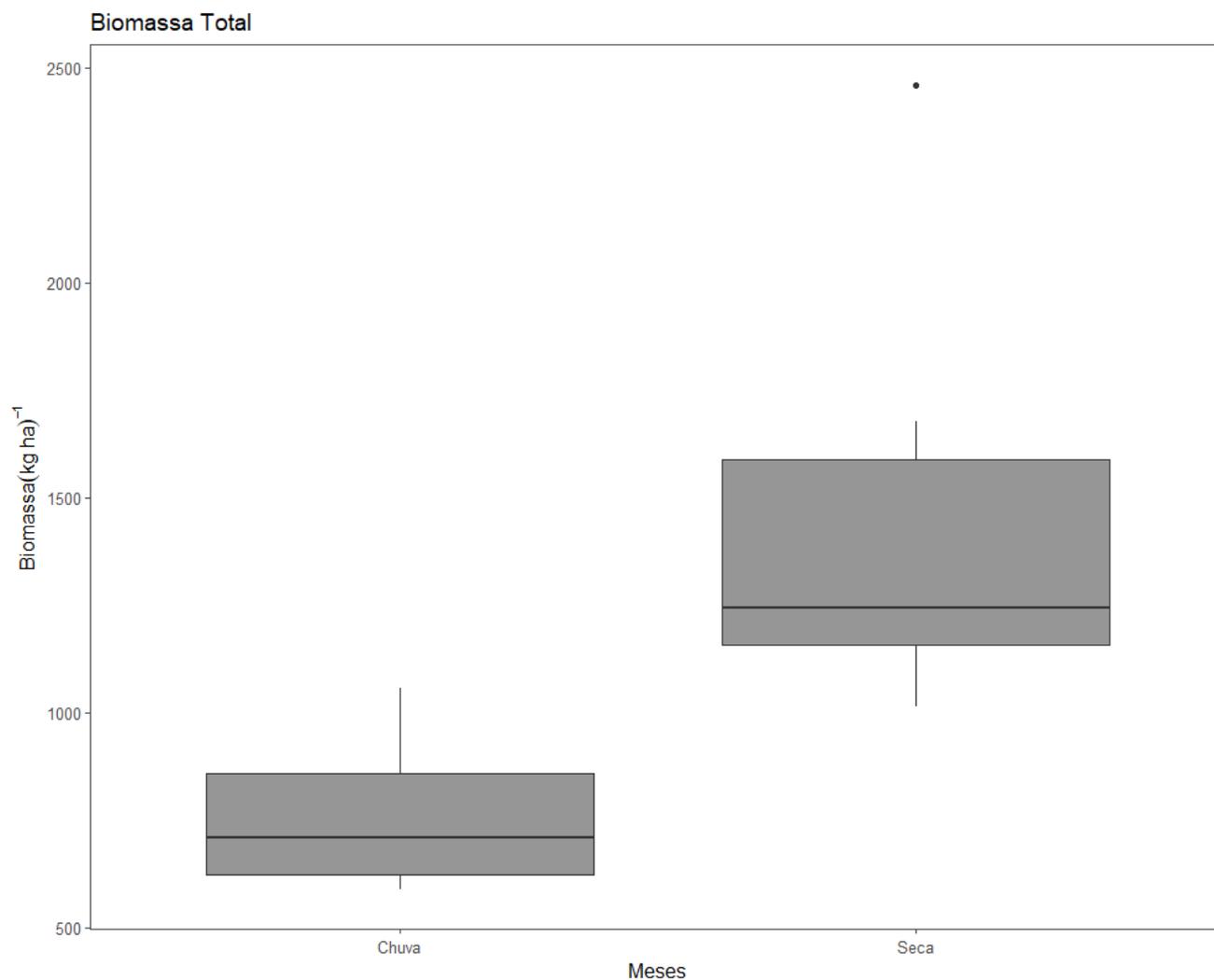
Tipologia florestal	Região	Produção de serapilheira	Uso prévio do solo	Referência
Floresta Mata Atlântica secundária em área urbana	Maciço da Pedra Branca/ RJ	10.738,71	área de lavoura e de extração de madeira e carvão vegetal	Abreu, 2006
Floresta secundária, Capoeira, Pasto e Área revegetada.	Conceição de Macabu/ RJ	floresta sec:10.170 capoeira: 5.630; Pasto: 6.200; Área reveg: 8.980	Pasto e agricultura	Machado; Rodrigues; Pereira, 2008.

Fonte: Autora, 2022.

4.2 Variação sazonal da produção de serapilheira

A fim de avaliar a sazonalidade na deposição de serapilheira, os dados obtidos foram agrupados de acordo com as estações climáticas da área de estudo, sendo organizados em dois grupos: estação chuvosa (coletas referentes aos meses de dezembro a maio). e estação seca (coletas referentes aos meses de junho a novembro). A deposição de serapilheira mostrou comportamento sazonal, onde os picos de produção máxima foram registrados no período de transição entre uma estação e outra e no período seco, dando destaque ao mês de setembro em ambos os anos, onde obtivemos a maior produção de material vegetativo (1676,58 e 2459,64 kg. ha⁻¹ em 2018 e 2019, respectivamente), e a qual refere-se ao auge da estação seca na região com baixo nível de precipitação e maior temperatura do ar. (Figura 8). A menor produção de serapilheira foi registrada no mês de janeiro de 2019 (274,17 kg. ha⁻¹), período chuvoso onde o nível de precipitação é mais elevado.

Figura 9- Comparação da produção total de serapilheira em floresta secundária de terra firme entre as estações (seca e chuvosa). Linhas superiores indicam ponto máximo, linhas inferiores indicam ponto mínimo, linhas centrais indicam a mediana e a bolinha indica valor discrepante acima do ponto máximo.



Fonte: Autora, 2022.

Verificou-se que a sazonalidade influenciou diretamente a produção total de serapilheira nestas áreas e isso demonstra que essa produção apresenta maior sensibilidade ao regime de chuvas.

Dentre os fatores que justificam a maior produção de serapilheira durante o período de seca, o mais discutido na literatura atribui esse comportamento a ambientação das espécies, onde estas

promovem a senescência foliar (queda das folhas) em resposta escassez hídrica, com a finalidade de amenizar a perda de água para a atmosfera através do processo de transpiração. Dessa forma, acabam por produzir mais material vegetativo nesse período (PEREIRA et al, 2017). Tal descrição nos atenta para a importância de se observar e considerar os aspectos morfofisiológicos e fenológicos das espécies arbóreas presentes na área de estudo.

Este padrão de maior produção no período seco, relacionado à fenologia das espécies e aos aspectos ecofisiológicos de resposta ao estresse (neste caso, a seca) também foi descrito por Pimenta et al (2011); Siqueira et al (2016); Giácomo et al (2012). Porém Scorriza e Pinã-Rodrigues (2014) descrevem que além dos aspectos climáticos, deve-se levar em consideração o aspecto dinâmico e sucessional de uma floresta tropical e os hormônios vegetais, sugerindo análise mais profunda sobre características morfofisiológicas das espécies presentes na área.

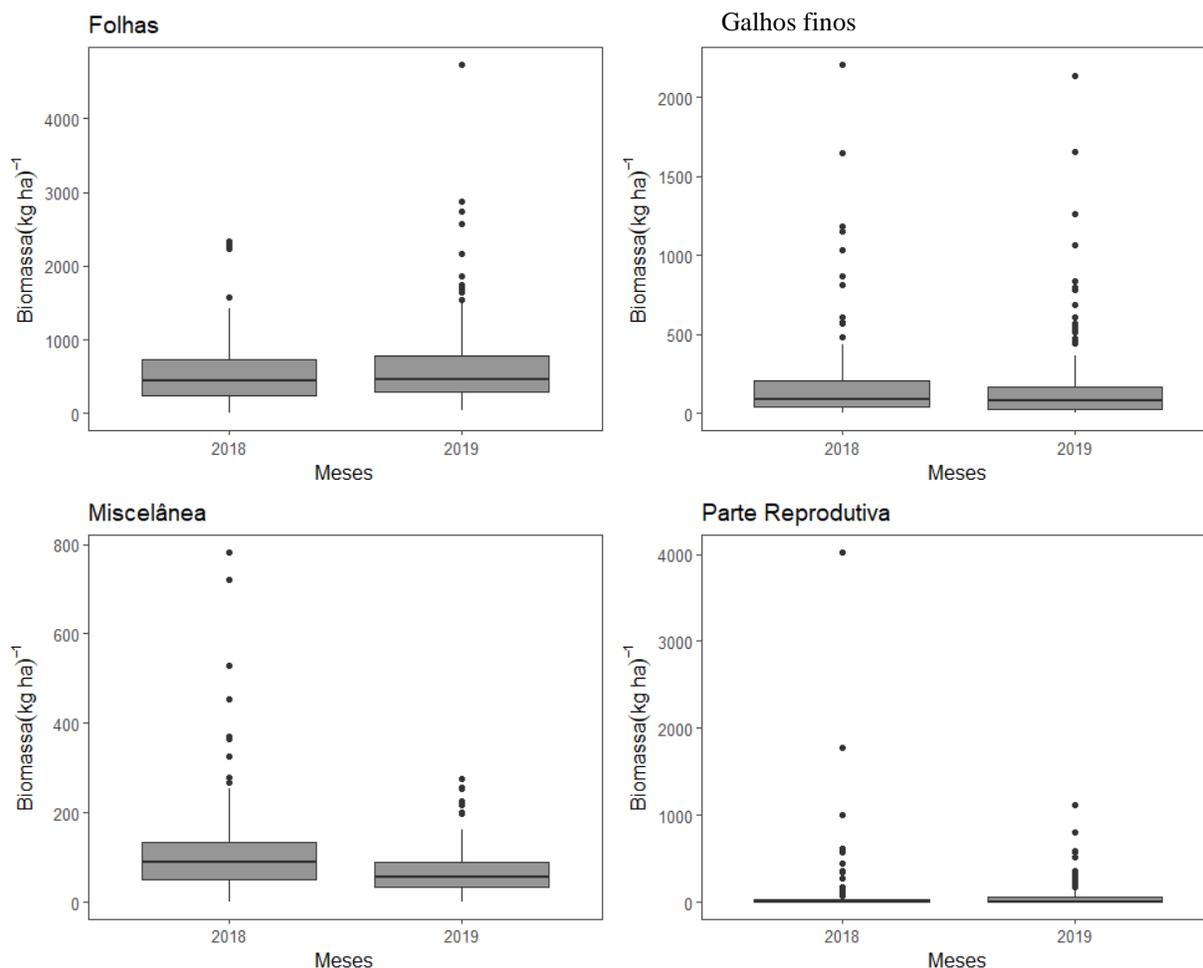
Entre as espécies arbóreas apresentadas na composição florística dessa área do estudo, destacam-se o Ipê amarelo, lacre e taquari, que são pertencentes ao grupo de espécies pioneiras (MACHADO, 2019). Estas espécies destacam-se como as mais abundantes dentro do grupo florístico levantado, logo, conhecer como estas se comportam fenologicamente nos trará respostas e maiores explicações a respeito da produção espacial de serapilheira.

Segundo Martini, Biondi e Batista (2011), o ipê amarelo apresenta fenologia vegetativa com folhas novas de setembro a outubro, folhas caindo no mês de julho e o restante do ano entre novembro e junho suas folhas são a maioria velhas (em breve serão depositadas). Essa fenologia coincide com o período da estação seca na região, logo, o aumento da deposição de serapilheira pode estar relacionado não somente ao estresse hídrico, mas como também as próprias características das espécies predominantes.

4.3 Composição da serapilheira por frações

Ao comparar a produção total das frações no ano de 2018 e no ano de 2019, notou-se que não há diferença significativa de produção entre um ano e outro. Todas as frações apresentam dispersão semelhante em ambos os anos, reafirmando a existência de um padrão na deposição de serapilheira (Figura 10).

Figura 10- Produção média mensal das frações, comparando-se os anos de 2018 e 2019. Linhas superiores indicam ponto máximo, linhas inferiores indicam ponto mínimo, linhas centrais indicam a mediana e as bolinhas indicam valores discrepantes acima do ponto máximo.

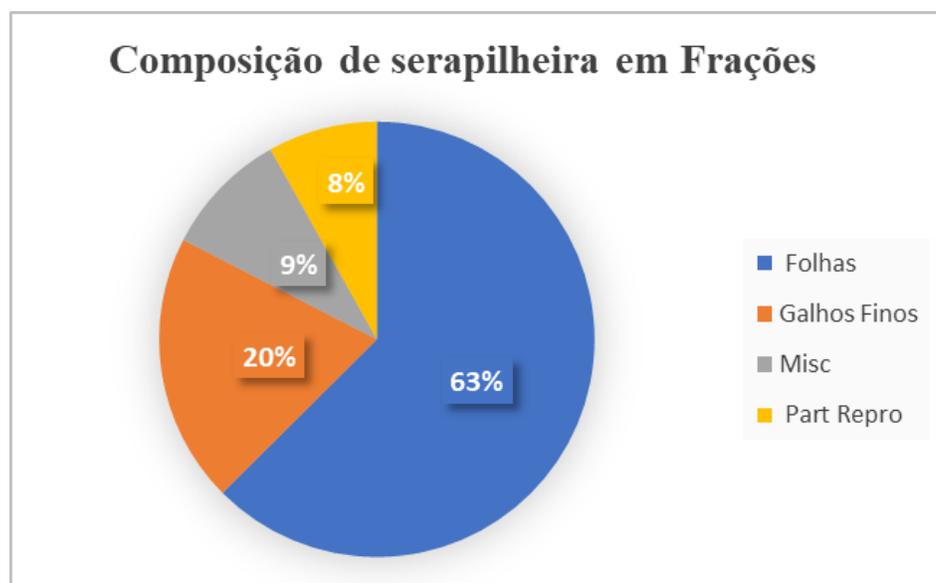


Fonte: Autora, 2022.

A composição da serapilheira depositada anualmente em florestas é muito variável (Tabela 1). Para este trabalho, a fração de folhas representa a maior parte da serapilheira produzida, sendo responsável por aproximadamente 63% da formação de serapilheira, seguida da fração de galhos finos (20%), miscelânea (9%) e partes reprodutivas (8%) (Figura 11). Este resultado está de acordo com o padrão encontrado em outras áreas de florestas na Amazônia, onde as folhas representam de 60 a 80% da constituição da serapilheira, 1 a 15% ramos e 1 a 15% casca ((COUTO-SANTOS et al.,2010; FIGUEIREDO-FILHO et al.,2003; SANCHES et al, 2008; SILVA et al, 2014)). Entretanto, há estudos que mostram valores menores que estes, como por exemplo, o percentual

de 48,49 % para folhas encontrado durante estudos em uma floresta tropical úmida na Venezuela (FASSBENDER; GRIM, 1981).

Figura 11- Produção de serapilheira em floresta secundária de terra firme, de acordo com o total de frações.

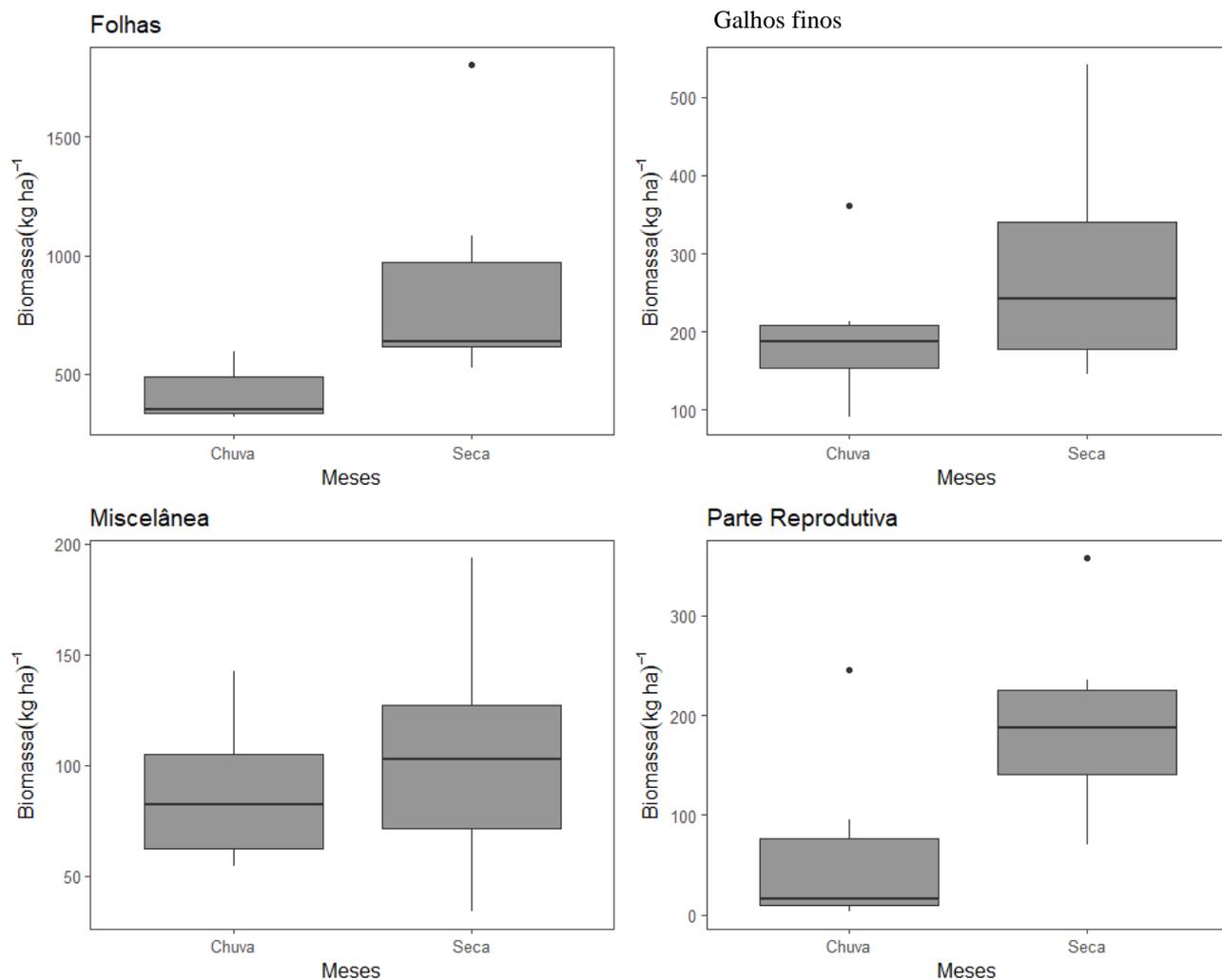


Fonte: Autora,2022.

Para Rodrigues e Leitão Filho (2001); Silva et al (2007); Pagano e Durigan (2009), a fração foliar representa o componente mais importante na maioria dos estudos de produção de serapilheira em florestas tropicais. Sendo esta, capaz de determinar a produção de serapilheira e até mesmo acompanhar o padrão de deposição total de serapilheira, uma vez que configuram as respostas mais rápidas às alterações ambientais.

Quanto à produção de frações e seu comportamento ao longo das estações, foi possível observar que tanto as folhas, como os galhos finos, quanto a parte reprodutiva apresentaram uma maior produção no período de seca (Figura 12), diferenciando-se significativamente quando comparada a produção na estação chuvosa. Esse padrão observado pode ser explicado tanto por mecanismos de resposta ao estresse ocasionado por escassez hídrica (caso da perda de folhas), como por características fenológicas das espécies presentes no estudo.

Figura 12- Distribuição das frações de serapilheira ao longo das estações. Linhas superiores indicam ponto máximo, linhas inferiores indicam ponto mínimo, linhas centrais indicam a mediana e as bolinhas indicam valores discrepantes.

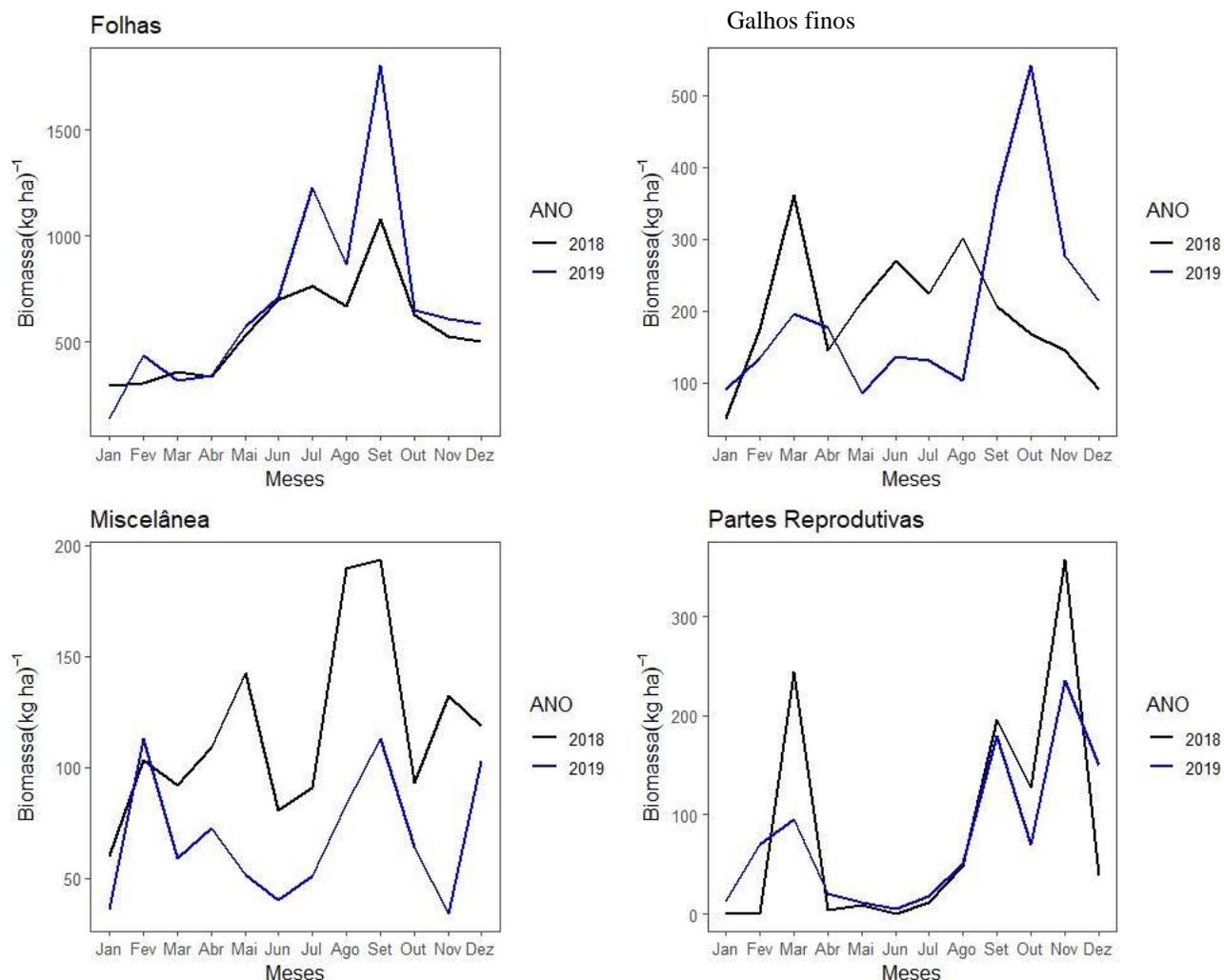


Fonte: Autora, 2022.

Quando nos referimos a deposição de frações ao longo dos anos, nota-se que a fração foliar, galhos finos e miscelânea estão presentes em todos os meses coletados, comportamento que não é observado para a partes reprodutivas, que durante os meses de janeiro, fevereiro e junho de 2018 não apresentou biomassa quantificada. A fração folha e galhos finos seguiram a mesma tendência sazonal observada para a serapilheira total, onde em meses referentes a estação seca a produção torna-se maior e vai decaindo conforme a transição das estações e início da estação chuvosa, sendo observado o aumento da produção somente quando o período seco retorna. Comportamento

diferente foi observado para a fração parte reprodutiva, em que se obteve alta produção somente entre os meses de setembro a novembro e baixa produção nos meses de dezembro a julho, exceto mês de março onde obteve-se um pico de deposição (Figura 13).

Figura 13- Distribuição das frações de serapilheira ao longo do ano de 2018 e 2019.



Fonte: Autora, 2022.

A menor deposição de folhas ao longo dos meses da estação chuvosa pode estar relacionada ao fato destas estarem em processo de renovação, visto que grande parte desse material foi “perdido” durante a escassez hídrica. Com efeito, a estação chuvosa pode representar a fase onde as espécies arbóreas estão se reconstituindo, como observado por Silva et al (2018), que descreve que nessa fase as árvores são preparadas para a próxima temporada de maior produção primária

líquida. Souto (2006) relata que as folhas são favorecidas pela ocorrência das chuvas, uma vez que as chuvas permitem um período fotossintético mais ativo das folhas novas, e estas vão gerar e acumular reservas nutritivas para desencadear o comportamento fenológico das árvores nesse período onde a disponibilidade hídrica é maior, favorecendo condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento. A deposição de galhos finos durante a estação seca também pode ser considerada como estratégia de sobrevivência das espécies arbóreas frente a escassez hídrica, pois, a secagem e morte de galhos menores durante o período de estiagem representa menor gasto de energia/água para as árvores se manterem de pé nesse período. Em relação a fração partes reprodutivas, grande parte das espécies arbóreas da área estuda apresentam em sua fenologia o período de floração e frutificação previsto para o final da estação seca e início da estação chuvosa, este fato explica o pico de deposição de partes reprodutivas no mês de novembro em ambos os anos estudados.

Esses dados mostram a estreita relação entre flutuações sazonais e produção de frações em serapilheira, nos auxiliando a compreender que estratégias de sobrevivência são adotadas pela vegetação a fim de manter o desenvolvimento de suas funções vitais em meio a condição hidrológica reduzida.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que a deposição de serapilheira apresenta sazonalidade bem definida e que, em escalas regionais, o nível de precipitação pode ser um fator que controla o processo ecológico de deposição de serapilheira. Parâmetros climáticos, exercem uma significativa influência na produção de serapilheira nas áreas de floresta secundária, sendo observadas maiores taxas de produção no período de seca e menores no período chuvoso.

A produção anual de serapilheira neste estudo é considerada alta quando comparada às florestas primárias, mas foi similar à encontrada em outras florestas secundárias na Amazônia, indicando uma alta sensibilidade das florestas secundárias às variações ambientais.

Por meio desse estudo é possível compreender a relevância da dinâmica de deposição de serapilheira sob condições regionais complexas, sobretudo a fenologia que as árvores apresentam, porém é necessário estimar também a taxa de decomposição do material deposto e suas características nutricionais, somente assim conseguiremos ter uma visão mais detalhada a respeito do comportamento e sustentabilidade das florestas secundárias de terra firme. Apesar das limitações presentes no estudo, a metodologia adotada para estimar a produção de biomassa via serapilheira é recomendada e aplicável a outros tipos de ecossistemas afetados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ALMEIDA, E.J; LUIZÃO, F; RODRIGUES, D.J. Produção de serrapilheira em florestas intactas exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. **Acta Amazonia**, VOL. 45(2) 2015: 157 - 166.

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

BRAY, J.R.; GORHAM, F. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, vol. 2, no. 2, p. 101-157, 1964.

CARIM, M. et al. Riqueza de espécies, estrutura e composição florística de uma floresta secundária de 40 anos no leste da Amazônia. **Acta Botanica Brasilica** [online], v. 21, n. 2, p. 293-308, 2007. [Acessado 26 Maio 2022]. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000200005>>. Epub 22 Ago 2007. ISSN 1677-941X. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000200005>.

CORREIA, G. et al. Estoque de serapilheira em floresta em restauração e em floresta atlântica de tabuleiro no sudeste brasileiro. **Revista Árvore** [online], v. 40, n. 1, p. 13-20, 2016. [Acessado 4 MAIO 2022]. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0100-67622016000100002>>. ISSN 1806-9088. <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000100002>.

COSTA, G. et al. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal** [online], v. 3, n. 1, p. 35-64, 1993. [Acessado 13 Maio 2022]. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/19805098284>>. ISSN 1980-5098. <https://doi.org/10.5902/19805098284>.

COSTA, M.C. et al. Correlação entre precipitação pluviométrica e umidade do solo na produção de serapilheira em Caxiuanã (PA). **Revista Ibero- Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.5, n.1, p.170-179, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0012>

COUTO-SANTOS, F. R.; LUIZÃO, F.J. Acúmulo de liteira fina no dossel de uma floresta tropical na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Vol. 40(4), p. 781- 786, 2010.

CIANCIARUSO, M.V. et al. Produção de serapilheira e decomposição da folhagem material em cerimônia na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasília**, v. 20, p. 49–59, 2006.

DALLAQUA, F; FAZENDA, Á; FARIA, F. Aprendizado Ativo com dados de Ciência Cidadã para o monitoramento de florestas tropicais. In: **Anais da I Escola Regional de Aprendizado de Máquina e Inteligência Artificial de São Paulo**, SBC, p. 30-33, 2020.

DENICH, M. **Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental brasileira**. 1991. 283 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Göttingen, Göttingen, 1991.

FASSBENDER, H. W.; GRIM, U. Ciclos bioquímicos en un ecosistema florestal de los Andes Occidentales de Venezuela. **II – Producción y decomposición de los residuos vegetales**. Turrialba, San Jose, v. 31, n. 1, p. 39-47, ene/mar. 1981.

FEARNSIDE, P. M. Limiting factors for development for agriculture and ranching in Brazilian Amazonian. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n.4, p. 531-549. 1997.

FIGUEIREDO FILHO, A. et al. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v. 13, p. 11-18, 2003.

GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; MACHADO, D. L. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de cerradão e mata mesofítica na estação ecológica de Pirapitinga – MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 669-680, 2012.

GOLLEY, F. B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU-EDUSP, p. 256, 1978.

GRUGIKI, M. A. et al. Decomposição e atividade microbiana da serapilheira em coberturas florestais no sul do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

HAYASHI, S.N. **Dinâmica da serapilheira em uma cronosequência de florestas no município de Capitão Poço-PA**. 75 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Botânica Tropical) - Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2006. Acesso em 05 maio 2022. repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/451

HOLANDA, A. C. et al. Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de Caatinga na Paraíba. **Revista Árvore**, v. 39, p. 245-254, 2015.

HOLANDA, A.C. et al. Produção de serapilheira e nutrientes em área do bioma Caatinga. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 621-633, 2017.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Estação automática - (A232), Óbidos/PA. 2022. Acesso em: 01 junho 2022.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Estimativa da área de Vegetação Secundária na Amazônia Legal (2020)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/nota-tecnica-2013-estimativa-da-area-de-vegetacao-secundaria-na-amazonia-legal-2020>. Acesso em: 10/02/2022.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2021. [Recomendações para cartas e documentos timbrados do INPE \(www.gov.br\)](http://www.gov.br). Acesso: 10/02/2022.

JORDAN, C.F.; UHL, C. Biomass of a terra firme forest of the Amazon Basin. **Oecol. Plantar.**, v. 13, p. 387-400, 1978.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, p. 531, 2000.

LEITÃO, FILHO, H.F. et al. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. Editora UNESP, Editora UNICAMP, São Paulo, 1993. 184p.

LUGO, A.E. The Emerging Era of Novel Tropical Forests. **Biotropica**, 41, Pp. 589–591, 2009.

MACHADO, E.L; MEDEIROS, M.B; MOURA, J.M.S. Caracterização e análise de crescimento de floresta secundária de terra firme em comunidade de várzea no estado do Pará. **III Congresso Internacional das Ciências Agrárias- COINTER-PDVAGRO-2018**.

MACHADO, G.E.L. **Comparação entre estrutura, biomassa e dinâmica de crescimento de uma floresta de várzea no Distrito de Arapixuna, Santarém, Pará**. Orientador: José Mauro Sousa de Moura. 2019. 65 f. Dissertação (Recursos Naturais da Amazônia) - Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/602>. Acesso em: 18 de maio de 2022.

MACHADO, M.R. et al. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore** [online], v. 32, n. 1, P. 143-151, 2008. [Acessado 6 Maio 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000100016>>. Epub 30 Jun 2008. ISSN 1806-9088. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000100016>.

MARTINS, W. B. R. **Dinâmica de serapilheira em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal, Nordeste do Pará**. Orientador: Francisco de Assis Oliveira. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2016.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; Fenologia de *Tabebuia chrysotricha* (IpêAmarelo) no Ambiente Urbano de Curitiba (PR). **REVSBAU**. v. 6, n. 4, p. 51-67, 2011.

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J.A.L.D.; JUNIOR, N.J.M. Produção de Serapilheira e Retorno de Nutrientes de um Povoamento de Taxibranco e de uma Floresta Secundária no Amapá. **Pesquisa Florestal Brasileira**, V. 52, 2006.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. **A força e as limitações das florestas secundárias**. Disponível em: <https://www.museu-goeldi.br/a-forca-e-as-limitacoes-das-florestassecundarias>. Acesso em: 04 de junho de 2022.

OLIVEIRA, J. S. R. et al. Agricultura familiar e safes: produção com conservação na Amazônia Oriental, nordeste paraense. **Anais: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE**

PRODUÇÃO. Agricultura familiar, políticas públicas e inclusão social. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.

OLIVEIRA, R.R; NETO, A.L.C. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em três estádios sucessionais sob manejo caiçara (Ilha Grande, RJ). In **Anais...** I Congresso da Sociedade Brasileira de Botânica, Blumenau, 1999.

PAGANO, S. N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R. R; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação.** 2. ed. São Paulo: Fapesp, 2009. p. 109-123.

PELEJA, J.R.P; MOURA, J.M.S. O bioma amazônico. **Estudos integrativos da amazônia-eia.** Ed. Impressão, São Paulo, p. 129, 2012.

PEREIRA, D.N. et al. Influência da remoção de serapilheira no teor de fósforo e potássio na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 3, p. 380-385, 2017.

PIMENTA, J.A. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 25, n. 1, p. 53-57, 2011.

PIMENTEL, C. et al. Produção, acúmulo e decomposição de serapilheira em três sistemas agroflorestais no Oeste do Pará. **Advances in Forestry Science.** 8, 2021.

POWERS, J.S. et al. Decomposition in tropical forests: a pan-tropical study of the effects of litter type, litter placement and mesofaunal exclusion across a precipitation gradient. **Journal of Ecology**, v. 97, p. 801-811, 2009.

PRANCE, G. T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. **Acta Amazonica**, v. 10, n. 3, p. 499-504, 1980.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação.** 2. ed. Fapesp, São Paulo. 320pp, 2001.

SALOMÃO, R DE P. **Estimativas de biomassa e avaliação do estoque de carbono da vegetação de florestas primárias e secundárias de diversas idades (capoeiras) na Amazônia Oriental, município de Peixe-boi, Pará.** Universidade Federal do Pará. Museu Paraense Emílio Goeldi, 1994.

SANCHES, L. et al. Dinâmica sazonal e interanual da serapilheira de uma floresta tropical semidecídua do sul da Bacia Amazônica, Brasil. **J. Geophys. Res.** n. 113, p. 1-9, 2008.

SANTANA, J.A.S; SOUSA, L.K.S; ALMEIDA, W.C. Produção anual de serapilheira em floresta secundária na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, num40, p. 119-132, jul/dez.2003.

SANTOS, D.D. DOS; MOURA, J.M.S. Análise de solo de várzea em suas diferentes estações

climáticas na comunidade de Arapixuna-PA. **VII Jornada acadêmica da Universidade Federal do Oeste do Pará-2018**.ISSN: 2674-6670.

SCHUMACHER, M. V. et al. Espécies predominantes na deposição de serapilheira em fragmento de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, 21(3), p. 479–486, 2011. <https://doi.org/10.5902/198050983805>

SCORIZA, R.N; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de serapilheira em trecho de floresta estacional em Sorocaba, SP. **FLORESTA**, [S.l.], v. 44, n. 4, p. 687-696, dez. 2014. ISSN 1982-4688. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/34274>>. Acesso em: 06 maio 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v44i4.34274>.

SESSEGOLO, G.C. **Estrutura e produção de serapilheira do manguezal do rio Baguaçu, Baía de Paranaguá - PR**. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1997.

SIQUEIRA, T. M. et al. Influências climáticas na produção de serapilheira em um cerradão em Prata – MG. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 29 n. 2, p. 7-15, 2016.

SILVA, A.D. **Produção e concentração de nutrientes via deposição de liteira na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra-PA**. 2014. 90p. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Estudos e Manejos de Ecossistemas Amazônicos - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2014.

SILVA, B. E. C.; SILVA, M. R. J.; MEDINA, E. F. Aporte e decomposição de serapilheira em área pós mineração em processo de recuperação com espécies florestais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 10, n. 2, 2018.

SILVA, C.J. et al. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Acta Amazonica** [online]. 2007, v. 37, n. 4 [Acessado 10 Maio 2022] , pp. 543-548. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000400009>>. Epub 03 Mar 2008. ISSN 1809-4392. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000400009>.

SILVA, A. et al. Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de liteira na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra – PA. In: **XII Salão de Pesquisa e Iniciação Científica do CEULS/ULBRA e Conexão de saberes pela pesquisa, 2007, Santarém**. Anais ... Santarém: Centro Universitário Luterano de Santarém, CEULS/ULBRA. 2012. p. 52

SILVA, H.C.; CONCEIÇÃO, S.E.P. **Dinâmica da serapilheira em uma floresta secundária na Amazônia Oriental**. Orientador: Livia Gabrig Turbay Rangel Vasconcelos. 2021. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2021.

SILVA, W. et al. Are litterfall and litter decomposition processes indicators of forest regeneration in the neotropics? Insights from a case study in the Brazilian Amazon, **Forest Ecology and**

Management, v. 429, p. 189-197, 2018. ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.07.020>.

SOUTO, P.C. 2006. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Catinga na Paraíba, Brasil**. 150f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba.

VENDRAMI, J.L. et al. Produção da serrapilheira e decomposição foliar em fragmentos florais de diferentes fases sucessionais do Planalto Atlântico do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** 12, 136-143. 2012.

VIEIRA, I. et al. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. **Brazilian Journal Biology**, v. 68, n. 4, p. 949-956. 2008.

VITOUSEK, PM. and SANFORD JUNIOR, RL. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, n. 1, p. 137-167, 1986.

ZHANG, H. et al. Seasonal patterns of litterfall in forest ecosystem worldwide. **Ecological Complexity**, v. 20, p. 240-247, 2014.