

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO E ARTES
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

Aporte e Decomposição da Serapilheira em fragmento de Mata Atlântica –
Jacareí – SP

João Pedro Soares

São José dos Campos – SP

2025

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO E ARTES

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aporte e Decomposição da Serapilheira em fragmento de Mata Atlântica – Jacareí – SP

JOÃO PEDRO SOARES

Relatório Final apresentado como parte das exigências da disciplina Trabalho de Graduação II à Banca Examinadora da Faculdade de Educação e Artes da Universidade do Vale do Paraíba.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Maria Regina de Aquino Silva

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Roxo Barja

São José dos Campos – SP

2025

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO E ARTES

Curso de Ciências Biológicas – Bacharelado
Da Faculdade de Educação e Artes

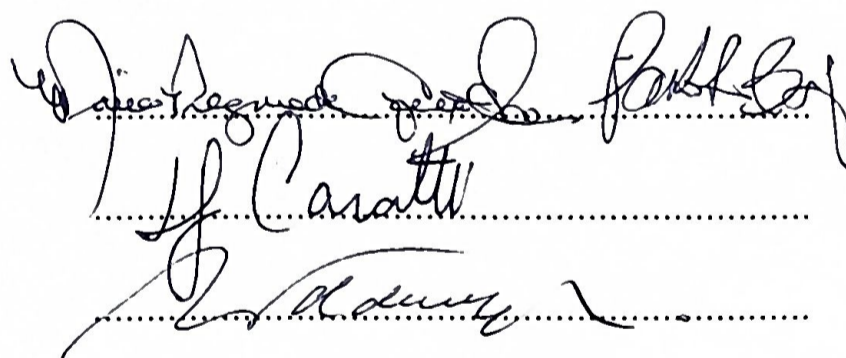
TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Título: Aporte e Decomposição da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica – Jacarei
– SP

Aluno: João Pedro Soares

Orientador: Profa. Dra. Maria Regina de Aquino Silva

Banca examinadora:


.....
.....
.....

Nota do Trabalho: 10,0.....

São José dos Campos – SP
2025

DEDICATÓRIA

Aos meus primeiros professores de Ciências, meu pai e minha avó.

Ao meu pai, Marcos Aurélio de Oliveira Soares, que desde pequeno me levava para conhecer de perto a natureza, e durante nossas trilhas me ensinou a compreender e preservar a natureza.

A minha avó, Maria Tereza de Oliveira Soares por ter me ensinado nos nossos dias juntos que “quem planta, colhe” e que colher é gratificante, mas que plantar pode ser ainda mais.

Á todos que possam se interessar pelo tema deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro, á minha família por sempre me incentivar e ajudar, de maneira direta ou indiretamente a realizar este sonho.

A minha querida orientadora Prof. Dr. Maria Regina de Aquino Silva, que sempre me incentivou e me ajudar a solucionar todos os problemas ou dificuldades, não importasse o quão grande fossem, neste trabalho e em toda a minha trajetória acadêmica.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Paulo Roxo Barja pela paciência e ajuda na parte estatística deste trabalho.

Aos meus amigos de classe, em especial, Laura Shirasaki Brandão, Emily Silva Lemes, Samantha Antero Jacinto, Maria Eduarda Pio Moreno e Gabriel Beckert Suzuki, que fizeram estes anos se tornarem leves e divertidos, não sei como conseguiria sem vocês ao meu lado.

Aos meus amigos do Centro de Reabilitação de Animais Silvestres da Universidade do Vale do Paraíba, Antônio de Paula “Toninho” e Lucas Leite que sempre estiveram dispostos a me acompanhar durante as saídas de campo para a coleta de dados deste trabalho.

A todos que me ajudaram nas saídas de campos deste, desde a instalação dos equipamentos e sua posterior retirada, na identificação botânica e nas coletas dos materiais.

A todos os meus professores e professoras do ensino fundamental, médio e superior que passaram por minha formação, os guardo e lembro sempre com carinho.

Por fim, meu muito obrigado a todos, que de maneira direta ou indireta foram importantes na elaboração e realização deste trabalho.

“[...] Eu tenho que essa visão oblíqua vem de eu ter sido criança em algum lugar perdido onde havia transfusão da natureza e comunhão com ela. Era o menino e os bichinhos. Era o menino e o sol. O menino e o rio. Era o menino e as árvores.”

Manoel de Barros, 2008.

RESUMO

Classificada como um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade devido as suas elevadas taxas de endemismo, a Mata Atlântica, que antes se estendia por toda a costa brasileira e fazia fronteira com países vizinhos, vem sofrendo desde 1500, diversas modificações na sua estrutura. No Vale do Paraíba no estado de São Paulo, os fragmentos remanescentes presenciaram a ascensão e o declínio de diversas fontes econômicas da região que promoveram grande desenvolvimento industrial e urbano, porém sempre colocando em risco o restante preservado deste Bioma. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a dinâmica de aporte e decomposição da serapilheira em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa localizado na Universidade do Vale do Paraíba, no município de Jacareí, Vale do Paraíba (SP) através de coletas mensais entre Outubro/2024 e Setembro/2025, além da caracterização botânica local e análises físico-químicas do solo. O aporte total anual foi de 8,62 t/ha/ano, composto majoritariamente por folhas (61%), seguido de galhos (24%) e estruturas reprodutivas (14%). A flora local apresentou predominância de espécies perenifólias (45%), o que contribuiu para a constância da deposição ao longo do ano. A decomposição avaliada por ensaio de *litterbags* revelou maiores taxas na primavera, mostrando forte correlação com a precipitação e temperatura ($R^2 \approx 0,97$). O solo apresentou elevada acidez e baixos teores de nutrientes, reforçando a importância da serapilheira como fonte essencial de matéria orgânica e reposição nutricional. Os resultados destacam a relevância ecológica da serapilheira na manutenção funcional de remanescentes florestais, evidenciando sua relação direta com a sazonalidade climática e a estrutura vegetal local, fornecendo subsídios para ações de conservação e monitoramento da dinâmica florestal em fragmentos de Mata Atlântica.

Palavras-chave: Dinâmica florestal, ciclagem de nutrientes, distribuição temporal, ecossistemas.

ABSTRACT

Classified as one of the world's biodiversity hotspots due to its high rates of endemism, the Atlantic Forest, once extending along the entire Brazilian coast and bordering neighboring countries, has undergone numerous structural changes since 1500. In the Vale do Paraíba, in the state of São Paulo, the remaining forest fragments have witnessed the rise and decline of various regional economic cycles that promoted significant industrial and urban development yet consistently threatened the preserved portions of this biome. This study aimed to characterize the dynamics of litter input and decomposition in a fragment of Dense Ombrophilous Forest located in the University of Vale do Paraíba, municipality of Jacareí, Vale do Paraíba (SP), through monthly collections conducted between October/2024 and September/2025, along with local botanical characterization and physicochemical soil analyses. The total annual litter input was 8.62 t/ha/ano, composed of leaves (61%), followed by twigs (24%) and reproductive structures (14%). The local flora showed a predominance of evergreen species (45%), which contributed to the constancy of litter deposition throughout the year. Decomposition assessed through a litterbag experiment revealed higher rates during spring, showing a strong correlation with precipitation and temperature ($R^2 \approx 0.97$). The soil exhibited high acidity and low nutrient levels, reinforcing the importance of litter as an essential source of organic matter and nutrient replenishment. The results highlight the ecological relevance of litter in maintaining the functional integrity of forest remnants, demonstrating its direct relationship with climatic seasonality and local vegetation structure, and providing valuable insights for conservation actions and monitoring of forest dynamics in Atlantic Forest fragments.

Keywords: Forest dynamics, nutrient cycling, temporal distribution, ecosystems.

Sumário

1. Introdução	9
2. Objetivo Geral	10
2.1. Objetivos Específicos	10
3. Revisão de Literatura	11
3.1. A Mata Atlântica como <i>hotspot</i> de Biodiversidade	11
3.2. O Solo	12
3.2.1 A Serapilheira e sua Função Ecológica para o Solo	13
3.2.2. Decomposição da Serapilheira e a Ciclagem de Nutrientes	14
4. Metodologia	15
4.1. Ambiente de Estudo	15
4.2. Análise de Solo	16
4.3. Aporte da Serapilheira	18
4.4. Caracterização Botânica	20
4.5. Taxa de Decomposição	22
4.6. Dados Meteorológicos	23
5. Resultados	23
5.1. Estado Nutricional do Solo	23
5.2. Aporte da Serapilheira	24
5.2. Caracterização Botânica	25
5.3. Decomposição da Serapilheira	28
7. Conclusão	30
8. Referências Bibliográficas	32

1. Introdução

Em 1500, com a chegada dos primeiros europeus ao Brasil, a Mata Atlântica se estendia por toda sua faixa litorânea e, nas regiões sudeste e sul, chegava a cruzar as fronteiras com a Argentina e Paraguai, abrangendo 17 dos atuais estados brasileiros, equivalente a 15% de todo o território nacional (Campanili; Prochnow, 2006; Fundação SOS Mata Atlântica, 2025). Atualmente, restam apenas 12,4% da cobertura original deste bioma (Fundação SOS Mata Atlântica, INPE, 2024), e todos os ciclos econômicos brasileiros, do extrativismo madeireiro ao cultivo de soja, foram sucessivamente reduzindo a Mata Atlântica em seu local original (Campanili; Prochnow, 2006).

No Vale do Paraíba, estado de São Paulo, a história de degradação da Mata Atlântica tem como ponto principal a monocultura do café em meados do século XVIII que se deslocava do Rio de Janeiro para as férteis “terras roxas” encontradas no Vale (Brasil, 2023), porém quando sua fertilidade já influenciava negativamente o cultivo, novas áreas eram abertas na Mata a fim de se aproveitar a camada fértil em decomposição da floresta, a serapilheira (Leite, 2007).

A Mata Atlântica do Vale do Paraíba ainda sofreria mais, em 1870 para o rápido escoamento das produções cafeeiras pela construção da Estrada de Ferro Central do Brasil em meio a densos processos de remoção da Mata, ligando São Paulo ao Rio de Janeiro, atravessando assim todo o Vale (Leite, 2007). Menos de um século depois, já com o declínio da cafeicultura e ascensão da policultura no Vale do Paraíba, a Rodovia Presidente Dutra se torna realidade e com ela o escoamento da mais nova fonte econômica da região a mineração de areia que passou a atender ao grande crescimento urbano da região metropolitana da capital paulista, se tornando a principal economia do Vale do Paraíba no século XX (Reis, 2006; Leite, 2007).

O crescimento urbano desenfreado da capital do estado e das cidades circunvizinhas, sucedido pelas questões históricas degradantes e na atualidade associado as frentes de mudança climática colocam em risco o pouco que resta de Mata Atlântica preservada. O desenvolvimento de estudos e pesquisas das dinâmicas florestais e de sua biodiversidade visam garantir a proteção deste Bioma quando confrontado pelas atividades legais e ilegais e que cheguem a causar o desflorestamento.

A degradação da Mata Atlântica nativa transforma um ambiente equilibrado ecologicamente em áreas degradadas e suscetíveis a condições como erosão e lixiviação do solo, acarretando a queda da biodiversidade e a não deposição de serapilheira. Esta que funciona como retentora da água da chuva, isolante térmico e atenuador de efeitos erosivos do solo e de perda de água para a atmosfera, contribuindo para a manutenção do microclima da superfície do solo (Oliveira *et al.*, 2023).

A serapilheira é a camada superficial do solo, encontrada principalmente em formações florestais que se estabelece devido ao acúmulo de matéria orgânica proveniente das árvores e dos animais destes ecossistemas (Guimarães *et al.*, 2023). Assim, de maneira geral, sua composição se deve pela deposição de folhas, galhos e estruturas reprodutivas - flores, frutos e sementes - que caem das árvores, além da contribuição dos detritos animais. Diante disso, este substrato serve de base para a ciclagem dos nutrientes, sendo sua decomposição extremamente importante uma vez que garante um retorno contínuo de nutrientes para o solo a serem absorvidos pelas plantas (Santos, 2014). Sendo assim, os estudos que concentram seu enfoque nas produções de serapilheira são fundamentais para se entender e registrar as dinâmicas florestais, garantindo a preservação das áreas de floresta nativa ou então a melhoria nos processos de recuperação.

2. Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a dinâmica de formação e decomposição da serapilheira em um fragmento de Mata Atlântica localizado no *campus* Urbanova da Universidade do Vale do Paraíba, ao norte do município de Jacareí – SP.

2.1. Objetivos Específicos

1) Estimar a produção mensal, estacional e anual da serapilheira, considerando dois aspectos: Total e Fracionada (galhos, folhas e sistemas reprodutivos - flores, frutos e sementes);

2) Estimar a taxa de decomposição mensal, estacional e anual da serapilheira por método direto;

- 3) Buscar estabelecer correlações quanto a decomposição de serapilheira com as variáveis climatológicas;
- 4) Caracterizar o solo e a florística da área em estudo;
- 5) Fornecer dados para futuros estudos relacionados.

3. Revisão de Literatura

3.1. A Mata Atlântica como *hotspot* de Biodiversidade

O bioma popularmente conhecido como Mata Atlântica possui dentre suas principais características a alta biodiversidade, além de aspectos ambientais como precipitação média anual acima de 1000mm e temperatura média anual variando entre 10°C e 20°C (Cardoso, 2016).

Abrangendo toda a costa brasileira e adentrando o território, a ocupação da Mata Atlântica sobre os 17 estados abrange cerca de 1,1 milhões de km² (MMA, 2022). Devido sua extensa cobertura, o bioma apresenta em seu domínio diferentes formações e composições que se denominam fitofisionomias. Estas variam conforme a topografia, altitude, latitude e as espécies existentes (SNIF, 2025), podendo ser classificadas em Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista ou Mata de Araucárias, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Aberta e por ecossistemas associados como manguezais, brejos interioranos e campos de altitude (Franke *et al.*, 2005).

Sua composição florística para as formações de Floresta Ombrófila Densa pode ser caracterizada por árvores de porte médio a grande e grande abundância de lianas, cipós e epífitas (Campanili; Schaffer, 2010). A sua riqueza estimada por Myers *et al* (2000) era de 20 mil espécies de plantas vasculares, sendo cerca de 40% endêmicas, este valor apesar de se tratar de um marco referencial para pesquisas e comparações de riqueza e endemismos ainda podemos considerar a Mata Atlântica pouco conhecida, visto que em menos de duas décadas, mais de mil novas espécies de angiospermas foram descobertas (Stehmann *et al.* 2009).

Apesar de apresentar características endêmicas e ser extremamente importante na conservação da biodiversidade, o seu histórico de degradação foi o primeiro a se iniciar no

Brasil com o extrativismo do Pau-brasil e de outras espécies madeireiras para a construção naval, acarretando assim na ocupação da costa brasileira pela colonização europeia (Franke *et al.*, 2005; Sanqueta, 2008). A Mata Atlântica seguiu pelos séculos seguintes sofrendo com a redução da sua abrangência, na fragmentação dos seus ecossistemas e conseqüentemente na perda de *habitats* (Lima, 2023). Essa situação se agrava ao fato de que os estados em dominância do bioma Mata Atlântica abrigam mais de 70% de toda a população brasileira e cerca de 85% de todo o PIB brasileiro é gerado nesta região (D'Arrigo, 2020; IBGE, 2021).

Na região do Vale do Paraíba, a degradação da Mata Atlântica se intensificou durante o período cafeeiro pelo escoamento de grande parte da produção para os centros urbanos de Rio de Janeiro e São Paulo. As transformações na paisagem proveram ótimas condições para o crescimento urbanístico, industrial e implementação de ferrovias, porém, resultaram em danos ambientais irreversíveis, como uma paisagem urbanizadas (Dean, 2007). Esta região se fez extremamente importante para consolidar o grande eixo econômico Rio-São Paulo, desencadeando a não participação da região no cultivo agropecuário, assim impulsionando o crescimento da urbanização (Devide, 2013)

Estas características associadas aos elevados números de espécies endêmicas ameaçadas incluem este sistema como uma das 25 áreas mundiais de interesse em conservação, denominado em inglês como *hotspots* (Myers *et al.*, 2000), e formalizada como um dos patrimônios nacionais pela Constituição Federal (Brasil, 1988). Sendo a conservação e preservação de seus remanescentes interesse de todo o País e do mundo.

3.2. O Solo

Resultado de diversas transformações complexas de intemperismo de rochas e minerais, ciclagem de nutrientes e, produção e decomposição de biomassa, é o principal meio para o crescimento das plantas e de sustentação de toda a vida terrestre (Novais *et al.*, 2007).

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Santos *et al.*, 2025) atualmente, no Brasil podem ser encontrados 13 diferentes ordens de solos e 43 subordens, sendo classificadas quanto à diferentes atributos físicos, químicos e visuais.

Compreender o solo quanto sua classificação sustenta as taxas nutricionais evidenciadas por estudo, portanto em ecossistemas inalterados o solo se torna um armazenador de nutrientes (Odum, 2013) e um sequestrador de carbono atmosférico, fixados através da fotossíntese dos seres autotróficos e intimamente relacionado com a ciclagem de nutrientes (Zago, 2025).

Os solos da Mata Atlântica podem ser muito variados, predominando os latossolos e os solos podzólicos vermelho-amarelados muito espessos, estes que são formados devido a intenso intemperismo químico, lixiviação contínua e pedogênese ativa (Pereira, 2009).

3.2.1 A Serapilheira e sua Função Ecológica para o Solo

Por definição, a serapilheira representa toda matéria orgânica morta, predominantemente vegetal, que se acumula sobre a primeira camada do solo em uma floresta. A deposição da serapilheira sobre o solo é influenciada por fatores que podem ser determinantes para sua composição ou quantificação, como: tipo de vegetação, espécie, idade, densidade, fatores climáticos, latitude e fotoperíodo (Bray e Gorham, 1964 apud Sousa, 2003). Todavia, estudos tem evidenciado que os fatores climáticos de temperatura e de precipitação são os que mais afetam a deposição da serapilheira em ecossistemas florestais (Espig, *et al.*, 2009).

Esta camada atua na proteção mecânica contra agentes de intemperismo, reduzindo efeitos erosivos, aumenta a capacidade de retenção hídrica do solo mantém a umidade e favorece a reprodução da fauna edáfica (Rodrigues *et al.*, 2022).

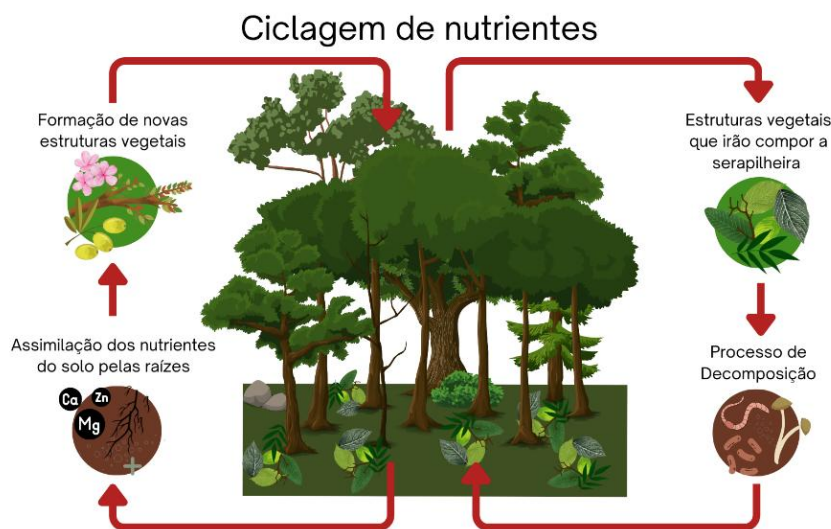
Uma vez formada, esta serapilheira é submetida aos processos de decomposição com a gradual liberação dos elementos minerais que compõem os tecidos orgânicos que a constituem (Wandrowelzti, 2005). Assim, esta estrutura encontra-se diretamente relacionada com a ciclagem de nutrientes entre solo-planta e a produtividade em ecossistemas florestais por disponibilizar nutrientes para o seu crescimento (Giweta, 2020).

3.2.2. Decomposição da Serapilheira e a Ciclagem de Nutrientes

Os elementos químicos essenciais para a formação de compostos biológicos, apesar de terem sua origem na atmosfera e/ou a partir das rochas da crosta terrestre, são reciclados infinitamente, permanecendo no ecossistema, e circulam entre o ambiente físico e seus organismos em vias características denominadas ciclos biogeoquímicos. Assim, o seu movimento e o de compostos orgânicos essenciais à vida pode ser denominado ciclagem de nutrientes (Ricklefs, 2003; Odum, 2013).

Os ciclos biogeoquímicos do Carbono, Fósforo e Nitrogênio, assim como o ciclo Hidrológico, são muito importantes para os seres vivos, porém muito vulneráveis as perturbações antrópicas e, apesar de apresentar um pequeno *pool* atmosférico, são na crosta terrestre que os ciclos se fazem mais presentes (Odum, 2013; Cruz, 2015). Segundo Sousa (2003), este ciclo pode ser caracterizado pela absorção dos nutrientes disponibilizados do solo pelo processo de lixiviação frente ação da água da chuva, assim como em função da decomposição da serapilheira (Figura 1).

Figura 1 - Esquema simplificado da ciclagem de nutrientes dentro de uma formação florestal pela decomposição e lixiviação da serapilheira.



Fonte: O autor, 2025.

Assim, o processo de decomposição em um ecossistema florestal se faz extremamente importante pois permite que suas reservas de nutrientes no solo serão mantidas e supridas, garantindo que o processo de transformação da matéria orgânica em

inorgânica, para sua disponibilidade novamente para as plantas, seja dinâmico e contínuo (Dantas, 1994; Cruz, 2015).

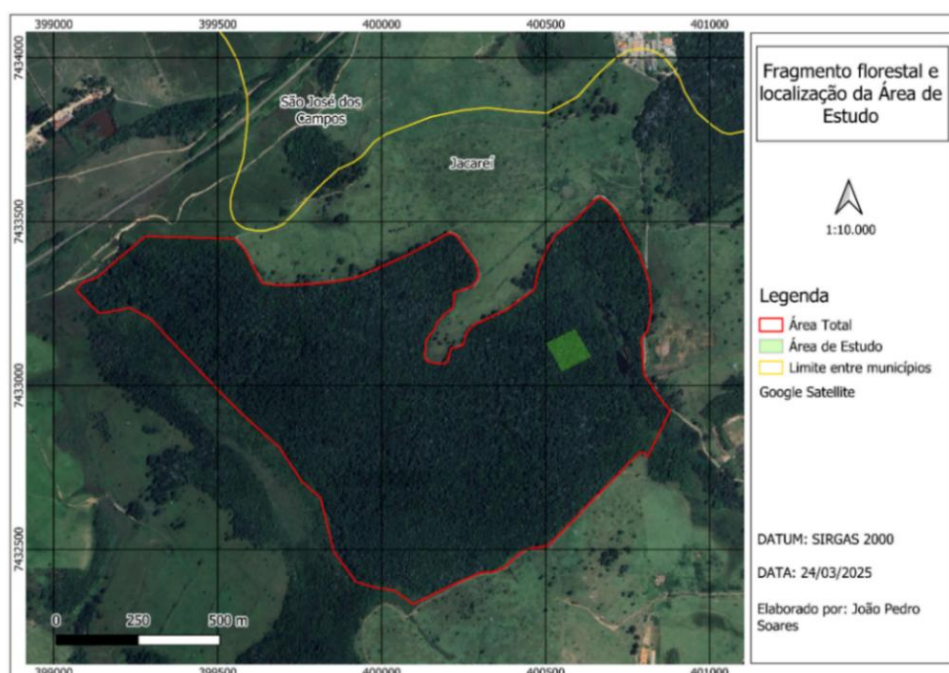
Sua decomposição está associada a diversos fatores ambientais como por exemplo as taxas de umidade, temperatura média, sendo estes fatores associados à microbiota do solo os principais controladores da decomposição da serapilheira (Chirol; Netto, 2020).

4. Metodologia

4.1. Ambiente de Estudo

A área em estudo (Figura 2) possui 100m² e encontra-se inserida em um fragmento florestal de mata nativa (-23.2082157; -45.9716400) com 1,14Km² sob os domínios territoriais do *campus* Urbanova da Universidade do Vale do Paraíba, localizado na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte – RMVPLN, na Sub-região-1 (PDUI, 2012), nos limites municipais de Jacareí e São José dos Campos, no estado de São Paulo (Figura 2).

Figura 2 - Mapa de localização do fragmento florestal e da área de estudo.

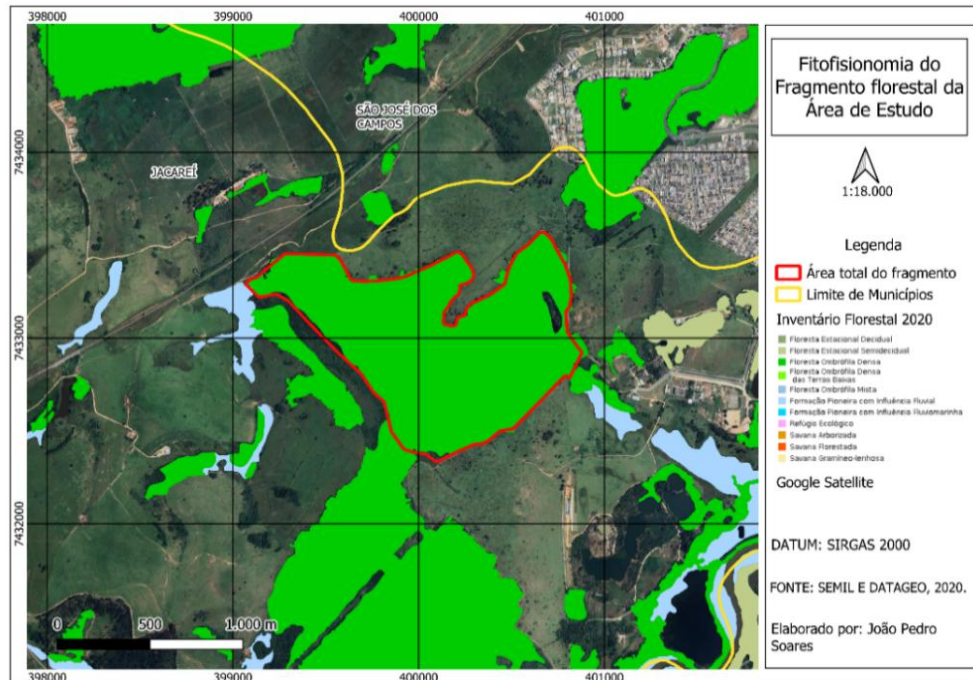


Fonte: O autor, 2025.

O fragmento apresenta como fitofisionomia a Floresta Ombrófila Densa (FOD) (Figura 3), popularmente denominada como Mata Atlântica (SEMIL, 2020) e caracterizada

principalmente pela grande biodiversidade de fauna e flora, endemismos e elevados índices pluviométricos (IBF, 2020).

Figura 3 - Mapa da fitofisionomia presente no fragmento florestal em estudo.



Fonte: O autor, 2025.

Atualmente um dos Sistemas de Classificação Climática (SCC) mais utilizados em âmbito global é o proposto por Köppen e Geiger (1928), que estabelece que a vegetação natural é a melhor expressão do clima de uma região (Rolim *et al.*, 2007). A classificação de Köppen-Geiger da área em estudo foi definida como Subtropical Úmido (Cfa) caracterizada pela presença de verão quente sem a presença de uma estação seca bem definida (Alvares *et al.*, 2013).

4.2. Análise de Solo

Segundo a carta de Subordens das Classes do Solo do estado de São Paulo (IF, 2017.) a área em estudo é classificada como pertencente a ordem Latossolo e subordem Vermelho-Amarelo. Estes solos, fortemente ácidos e intemperizados, ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais sendo originados a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos, condições climáticas e de vegetação (Santos *et al.*, 2025)

Na avaliação da quantidade de nutrientes que se encontram dispostos no solo utilizou-se kit comercial específico da empresa Alfakit®, o qual é amplamente comercializado e utilizado em campo e em empreendimentos agrícolas para a quantificação de Nitrogênio, Fósforo, Cálcio, Magnésio e Alumínio, além da determinação do pH e do percentual de Matéria Orgânica presente no solo.

A coleta do material para o estudo foi realizada em Junho/2025 sendo as amostras formadas por 10 pontos escavados, em dois horizontes, 0-20cm e 20-40cm (Barros; Neves; Novais, 2005). Cada fração foi homogeneizada separadamente e resultaram em duas subamostras de solo, cada uma representando um dos horizontes. As amostras foram então condicionadas em embalagens plásticas e encaminhadas ao laboratório de Ciências Ambientais do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba – IP&D UNIVAP.

No laboratório as amostras foram dispostas em formas de alumínio (Figura 4) para secagem em estufa até seu peso constante e após este período foram destorroadas e passadas em peneira comercial seguidas de peneira Granutest de 0,075mm de abertura (Figura 5). O resultante da peneiração foi então utilizado para realização das análises químicas da quantificação de nutrientes.

Figura 4 - Amostras de solo do local em estudo de 0-20cm (esquerda) e de 20-40cm (direita) de profundidade.



Fonte: O autor, 2025.

Figura 5 - Beneficiamento das amostras de solo, destorroamento (a), peneiração em peneira comercial de maior abertura (b) e peneiração em peneira Granutest de menor abertura (c).



Fonte: O autor, 2025.

4.3. Aporte da Serapilheira

Para avaliar a produção da serapilheira, foram construídos e instalados a 15 centímetros do solo e ao acaso, em uma parcela de 100m², 10 coletores circulares cônicos de 0,20m², confeccionados com tela de nylon com abertura de 1 milímetro (Figura 6) (Scoriza *et al.*, 2012).

A fim de minimizar o efeito de borda sobre os coletores e sobre a vegetação conforme descrito por Alves Jr. *et al.* (2006), os coletores foram dispostos a no mínimo 100 metros de distância da borda do fragmento florestal.

Figura 6 - Exemplo dos coletores cônicos instalados no fragmento florestal para aporte da serapilheira produzida, com devida identificação e numeração.



Fonte: O autor, 2025.

As coletas de serapilheira foram realizadas mensalmente, onde os materiais contidos dentro dos coletores foram colocados em sacos plásticos, lacrados e identificados com o número de cada coletor e posteriormente transportados até o laboratório. Em laboratório, as amostras foram retiradas dos sacos plásticos e transferidas para sacos de papel identificados, onde foram dispostos para secagem em estufa a 65°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) com ventilação forçada até que a amostra apresentasse peso constante, verificado diariamente.

Após a secagem, as amostras de cada coletor foram pesadas em balança de precisão *Marte*® AL500C, em duas etapas, primeiro na sua totalidade e segundo em frações. Posteriormente a primeira pesagem, realizou-se a triagem e separação das diferentes frações da serapilheira, sendo: galhos, folhas e partes reprodutivas - que englobam as flores, frutos e sementes - (Figura 7a). tendo sido pesados individualmente após a triagem (Figura 7b).

Figura 7 – a) Triagem da serapilheira nas frações galhos (G), partes reprodutivas (R) e folhas (F); b) Exemplo de uma das pesagens da fração de folhas após a triagem da serapilheira.



Fonte: O autor, 2025.

As amostras pesadas tiveram então seus valores inseridos no modelo adaptado de Lopes *et al.* (2002) por Bello *et al.* (2022), para quantificar a produção total da serapilheira em t/ha/ano, conforme a Equação (01).

$$PAS = \frac{PS \cdot 10.000}{AC} \quad (01)$$

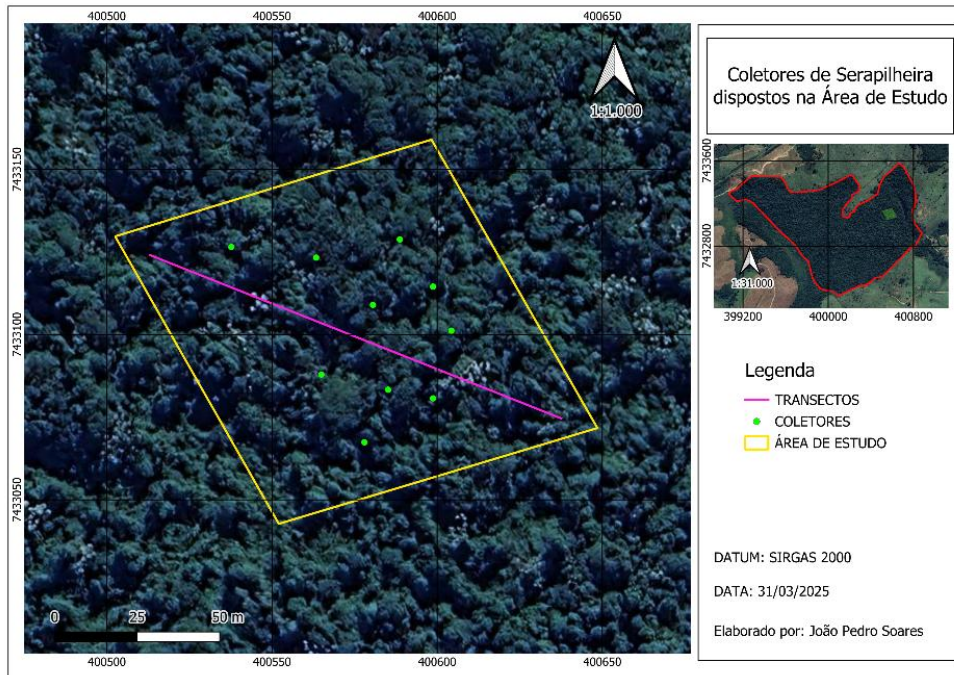
Sendo: PAS = Produção anual de serapilheira (t/ha/ano); PS = Produção mensal de serapilheira (t); 10.000 = hectare expresso em m²; AC = Área do coletor (m²).

4.4. Caracterização Botânica

A fim de se evidenciar a contribuição da flora na formação da serapilheira estacional, fez-se breve levantamento das espécies presente na área de estudo. A caracterização foi realizada por meio de um transecto linear e dez transectos pontuais (Soto, 2004), sendo os transectos pontuais realizados nos mesmos locais dos coletores a fim de amostrar as espécies mais contribuidoras para formação da serapilheira aportada (Figura 8).

O registro das espécies foi feito por câmeras convencionais, evidenciando estruturas como folhas, flores e frutos, quando presentes, e em alguns casos em que a folha se encontrava inacessível, registrou-se as cascas interna e externa para possível identificação posterior em laboratório, com auxílio de bibliografia especializada.

Figura 8 - Mapa com a localização dos transectos pontuais e linear realizado para identificação botânica na área de estudo.



Fonte: O autor, 2025.

As espécies foram classificadas segundo a quarta versão do Sistema de Classificação APG IV (Angiosperm Phylogeny Group, 2016), sendo sua identificação realizada por meio da bibliografia de base Árvores Brasileiras (Lorenzi, 2022) e quando necessário de herbários digitais. Foram selecionados os atributos de nomenclatura popular e científica, famílias e as suas fenologias, sendo classificadas como Perenifólias, que não perdem suas folhas ao longo do ano, Semidecíduas, que perdem algumas de suas folhas ao longo do ano, e Decíduas, que perdem todas as suas folhas pelo menos uma vez ao ano.

4.5. Taxa de Decomposição

Para avaliar a taxa de decomposição de maneira direta, confeccionou-se 09 bolsas (*litterbags*) de 20x20cm, de tela com 1mm de abertura, que foram preenchidas com 10g de folhas e galhos previamente coletados do local de estudo e secos em estufa a 65°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) até seu peso contante. Posteriormente, estas *litterbags* foram dispostas no solo florestal (Figura 9) sendo coletadas a cada 30 dias (30, 60 e 90 dias) em triplicata seguindo o calendário estacional. Ao fim de cada estação novas *litterbags* foram produzidas e introduzidas conforme as anteriores.

Figura 9 - *Litterbags* dispostas no solo florestal no início do experimento - t0.



Fonte: O autor, 2025.

Após o período, as *litterbags* foram recolhidas e levadas ao laboratório para a secagem de seu conteúdo em estufa a 65°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) até atingir peso constante e posteriormente limpas para retirada de areia e resquícios de solo que pudessem alterar os resultados. As *litterbags* foram então pesadas, individualmente, a fim de avaliar a perda de massa inicial a partir do primeiro dia em que foram dispostas no solo florestal (t0).

Os valores de massa remanescente (Equação 02) são fundamentais para a determinação da constante de decomposição K (Thomas; Asakawa, 1993) (Equação 03) e a de meia-vida (Rezende, 1999) (Equação 04) ambas as equações propostas e utilizadas

por Pereira *et al.* (2008) e Bello *et al.* (2022), sendo também adaptadas por Scoriza *et al.* (2012).

$$MR (\%) = \left(\frac{MF}{MI} \right) \cdot 100 \quad (02)$$

Sendo: MR = Massa remanescente (%); MF = Massa final; MI = Massa inicial.

$$X_t = X_0 \cdot e^{-kt} \quad (03)$$

Sendo: X_t = peso do material seco remanescente em t dias; X_0 = peso do material seco no t_0 .

Ao obter os valores de K pode-se então calcular o tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) da decomposição de 50% da serapilheira total.

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{K} \quad (04)$$

Sendo: $\ln(2)$ = logaritmo natural de 2 (0.693); K = Constante de decomposição.

4.6. Dados Meteorológicos

As variações climáticas podem apresentar correlação com a deposição e decomposição da serapilheira, sendo a precipitação e a temperatura os fatores climáticos normalmente mais influentes. Sendo assim, estes dados foram obtidos por meio da estação meteorológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE que se localiza no aeroporto de São José dos Campos. Esta estação é amplamente utilizada como ponto de referência climática para a cidade de São José dos Campos.

Os dados obtidos foram planilhados no Excel e tiveram a temperatura média mensal e o acumulado de precipitação mensal calculados.

5. Resultados

5.1. Estado Nutricional do Solo

A Tabela 1 apresenta os resultados verificados para a caracterização nutricional do solo. Assim, foi possível observar que, no que se refere ao pH este é um sistema ácido, rico

em matéria orgânica em ambos os horizontes 0-20 e 20-40, e com baixa taxa de elementos naturalmente alcalinos, como cálcio e magnésio.

O elemento fósforo foi o mais discrepante entre os horizontes, tal fato pode estar associado à sua baixa mobilidade no solo fazendo com que seja lixiviado e carregado para camadas mais profundas.

Tabela 1 - Resultados análises físico-químicas do solo da área em estudo.

Parâmetro	0 – 20cm	20 – 40cm
Cálcio (mmol/dm ³)	0,03	0,018
Magnésio (mmol/dm ³)	0,017	0,008
Alumínio (mmol/dm ³)	0,216	0,207
Nitrogênio Mineral (mmol/dm ³)	0,056	0,038
Fósforo (mg/dm ³)	1,04	3,80
Matéria Orgânica (g/dm ³)	13,84	12,80
pH	3,49	3,47

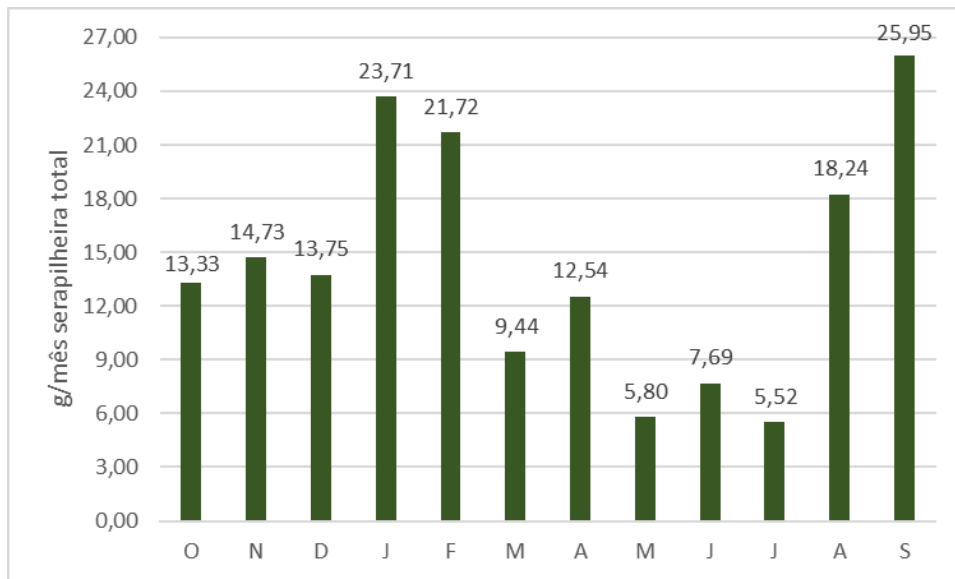
Fonte: O autor, 2025.

5.2. Aporte da Serapilheira

Os resultados obtidos compreendem o avaliado no período de Outubro/2024 a Setembro/2025, considerando um ano de avaliação que englobou as estações Primavera (Outubro, Novembro, Dezembro/2024), Verão (Janeiro, Fevereiro, Março/2025), Outono (Abril, Maio, Junho/2025) e Inverno (Julho, Agosto, Setembro/2025) respectivamente.

A serapilheira total aportada durante o período de um ano foi 8,62 toneladas/hectare/ano, sendo evidenciado um maior aporte no mês de Setembro/25 e o menor em Julho/25 (Gráfico 1). Estacionalmente foi possível observar a maior formação de serapilheira, quando comparada as outras estações, durante o Verão de 2025.

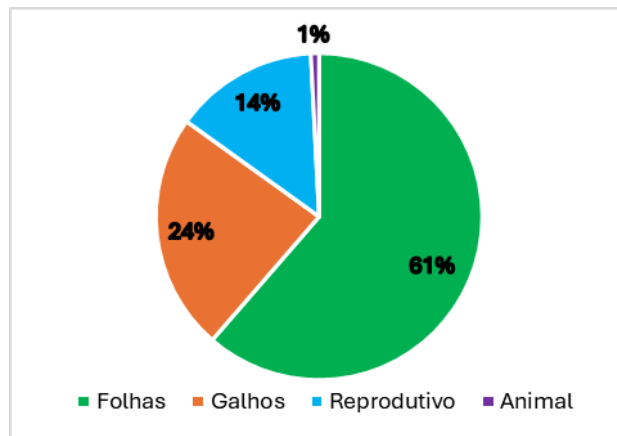
Gráfico 1 - Aporte da serapilheira total, com valores expressos em g/mês.



Fonte: O autor, 2025.

Quando triada em suas em suas frações, a serapilheira total evidenciou a sua maior fração como sendo composta por folhas (61%), seguida de galhos (24%), partes reprodutivas (14%) e animais (1%) respectivamente (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Porcentagem das frações que compõem a serapilheira total quantificada.



Fonte: O autor, 2025.

5.2. Caracterização Botânica

Foram identificadas 24 espécies de 19 famílias botânicas distintas (Tabela 2), das quais foram possíveis a identificação de espécies exóticas e nativas do bioma Mata Atlântica.

Tabela 2 - Listagem das espécies identificadas e classificadas quanto sua fenologia como perenifolia (P), semidecídua (S), decídua (D), sendo as espécies exóticas identificadas por *.

Nomenclatura Popular	Nomenclatura Científica	Família	Fenologia
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>	Malvaceae	D/S
Angico-vermelho	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Mimosaceae	D
Babosa-branca	<i>Cordia superba</i>	Boraginaceae	S
Bambu*	<i>Bambusa sp.</i>	Poaceae	P
Café*	<i>Coffea sp.</i>	Rubiaceae	P
Canafístula	<i>Cassia ferruginea</i>	Caesalpinaceae	D
Canela	<i>Nectandra megapotamica</i>	Lauraceae	P
Capororoca	<i>Myrsine ferruginea</i>	Myrsinaceae	P
Caroba-branca	<i>Sparattosperma leucanthum</i>	Bignoniaceae	S
Cedro-rosa	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	D
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Caesalpinaceae	D/S
Cuvantã	<i>Cupania vernalis</i>	Sapindaceae	S
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i>	Cecropiaceae	P
Embaúba-preta	<i>Cecropia hololeuca</i>	Cecropiaceae	P
Guamirim	<i>Myrcia splendens</i>	Myrtaceae	S
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus sp.</i>	Bignoniaceae	S
Jabuticaba	<i>Myrciaria cauliflora</i>	Myrtaceae	P
Jaracatiá	<i>Jaracatia heptaphylla</i>	Caricaceae	S
Juçara	<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae	P
Licurana	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Euphorbiaceae	P
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	S
Pau-de-espeto	<i>Casearia gossypiosperma</i>	Flacourtiaceae	D
Pimenta-de-macaco	<i>Xylopia brasiliensis</i>	Annonaceae	P
Tapiá-açu	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	P

Fonte: O autor, 2025.

Ainda foi possível identificar, a existência de agrupamentos de indivíduos de mesma espécie, como de Bambus (*Bambusa sp.*) e de Juçaras (*Euterpe edulis*), espécie nativa de Mata Atlântica (Prancha 1). Os Bambus sugerem a pressão antrópica que o fragmento em

estudo sofre circunvizinhas ao contato antrópico. As Juçaras indicam o sucesso da espécie no local expondo a renovação de seus indivíduos pertencentes a essa comunidade.

Prancha 1 – Amostragem de algumas espécies identificadas na área em estudo.



a) Embaúba-preta (*Cecropia hololeuca*); b) Pimenta-de-macaco (*Xylopia brasiliensis*); c) Canafístula (*Cassia ferruginea*); d) Cuvantã (*Cupania vernalis*); e) Juçara (*Euterpe edulis*); f) Cedro-rosa (*Cedrela fissilis*); g) Café (*Coffea sp.*); h) Capororoca (*Myrsine ferruginea*); i) Tapiá (*Alchornea glandulosa*); j) Bambu (*Bambusa sp.*); k) Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*); l) Guamirim (*Myrcia splendens*).

Cerca de 45% das espécies identificadas não perdem suas folhas em épocas determinadas do ano (perenifólias), diferentemente do que ocorre com as espécies semidecíduas (37%) e decíduas (16%). Tal fato pode ter evidenciado no aporte da serapilheira uma constância nos valores ao longo do período de estudo, elevados em determinados meses pela presença de espécies semidecíduas e decíduas.

5.3. Decomposição da Serapilheira

A decomposição total de serapilheira foi estimada estacionalmente, sendo que o período de primavera apresentou maior taxa de decomposição (MR) que as outras estações, corroborando para que a constante de decomposição (k) e o tempo de meia-vida também fossem superiores para os amostrados nas demais estações (Tabela 1).

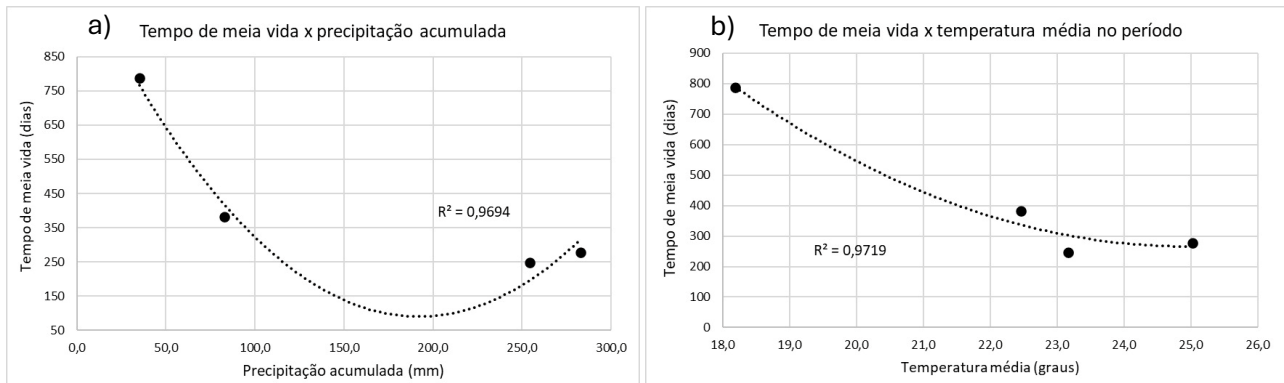
Tabela 3 - Valores para massa remanescente (MR); Massa inicial (P_0); Massa final em 90 dias (P_{90}); Coeficiente de decomposição (k) e o tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) para as estações primavera e verão.

	Primavera	Verão	Outono	Inverno
P_0 (g)	10,0	10,0	10,0	10,0
P_{90} (g)	7,7	7,9	8,4	9,2
MR (%)	77	79	84	92
k (g/dia)	0,0028	0,0025	0,0018	0,0008
$t_{1/2}$ (dias)	247,5	277,2	382,8	787,5

Fonte: O autor, 2025.

Quando confrontadas com fatores climáticos (precipitação e temperatura média), o tempo de meia vida de decomposição apresentou forte correlação com estas variações ($R^2 = 0,97$ aproximadamente para ambas as análises) (Figura 10).

Figura 10: Correlação entre o tempo de meia vida de decomposição com as variações climáticas, precipitação (a) e temperatura (b).



Fonte: O autor, 2025.

6. Discussão

O solo da Mata Atlântica é caracterizado por elevada heterogeneidade, predominando solos classificados em Latossolos e Argissolos os quais são normalmente profundos, bem drenados e altamente intemperizados, com baixa fertilidade natural devido à intensa lixiviação de nutrientes típica de regiões tropicais (Ribeiro *et al.*, 2011).

No presente trabalho, a caracterização nutricional do solo evidenciou elevada acidez estando de acordo com o disposto por Santos (2025) para o tipo de solo aqui estudado. Segundo Silva (2016) os valores obtidos para Ca e Mg podem estar reduzidos devido à maior taxa de Al no solo, que mobiliza estes nutrientes e os torna menos disponíveis (Prezotti; Guarçoni, 2013). Diferentemente do P, onde sua deposição está associada à sua baixa mobilidade no solo, sendo lixiviado para as camadas mais profundas (Pereira, 2009).

Segundo Sobral (2015), Latossolos Vermelho-Amarelos, naturalmente ácidos e pobres em nutrientes, dependem fortemente da ciclagem biogeoquímica para manter níveis adequados de matéria orgânica e nutrientes para a sustentação da vegetação e do ecossistema. Assim, em ecossistemas florestais, a serapilheira desempenha papel fundamental na ciclagem de nutrientes, atuando como principal via de retorno de nutrientes ao solo (Sousa, 2003). No presente estudo, o aporte da serapilheira de 8,62 t/ha/ano segue tendências já descritas na literatura para as fitofisionomias da Mata Atlântica, onde os valores oscilaram de 7,9 a 9,4 t/ha/ano (Sousa, 2003; Wandrowelzti, 2005; Pereira *et al.*, 2008; Santos, 2014).

Em relação à decomposição, os valores de perda de massa registrados durante os 90 dias de experimento indicam que o microclima do fragmento favorece processos biogeoquímicos intensos. A coeficiente de decomposição k observado acompanha as variações climáticas de temperatura e precipitação, corroborando com estudos que apontam esses fatores como os principais controladores da decomposição desta matéria orgânica (Chiról; Netto, 2020). Diante disso, meses mais úmidos e quentes tendem a acelerar a decomposição, enquanto meses mais secos e frios podem retardar este processo. Segundo Olson (1963) valor k' maiores ou mais próximos de 1 propõe um retorno de nutrientes ao solo em menos de um ano, enquanto valores inferiores indicam um retorno superior a este período, situação evidenciada no presente estudo.

No que se refere à caracterização botânica na área de estudo, a maior presença de espécies perenifólias indica uma formação constante da serapilheira intensificada em certos períodos pela presença de espécies semidecíduas e decíduas em menor quantidade estando de acordo com os estudos de Freire *et al.* (2025) ao apresentar maior senescências das árvores em períodos de temperaturas altas e baixa precipitação.

De modo geral, o aporte de serapilheira observado no fragmento estudado é coerente com o observado em outros remanescentes de Mata Atlântica em estágio semelhante de conservação (Sousa, 2003; Wandrowelzti, 2005; Pereira *et al.*, 2008; Santos, 2014). A interação entre aporte, decomposição e nutrientes evidencia o papel essencial da serapilheira na manutenção funcional do ecossistema, reforçando a necessidade de estratégias de preservação que garantam a integridade da vegetação e das condições ambientais que sustentam essa dinâmica.

7. Conclusão

O presente estudo permitiu compreender a dinâmica do aporte e da decomposição da serapilheira em um fragmento de Mata Atlântica localizado em Jacareí – SP, evidenciando a importância desse processo para a manutenção da fertilidade do solo e o equilíbrio ecológico do ecossistema. Os padrões de deposição encontrados refletem a influência direta da sazonalidade climática, especialmente das variações de precipitação e temperatura, que modulam tanto a queda do material vegetal quanto sua posterior decomposição.

Os resultados mostraram que a serapilheira é composta majoritariamente por folhas, ressaltando o papel da vegetação arbórea como principal fonte de matéria orgânica no piso florestal. A taxa de decomposição observada no período de 90 dias demonstra a eficiência dos organismos decompositores e a relevância do microclima local, que favorecem processos de mineralização e liberação de nutrientes essenciais ao solo. Portanto, a manutenção das estruturas florestais está fortemente relacionada ao papel estratégico exercido pela serapilheira, atuando como elo fundamental na ciclagem de nutrientes.

Estudos futuros podem incluir análises mais detalhadas de macro e micronutrientes presentes na serapilheira depositada, acompanhamentos mais longevos e comparação entre diferentes estágios sucessionais e de conservação além do acompanhamento do microclima do sistema estudado. A compreensão dessa dinâmica reforça a importância de conservar e estudar os remanescentes florestais e de fomentar condições que preservem a estrutura e o funcionamento desses ecossistemas integralmente, visando garantir o seu equilíbrio e que corrobore com seu título de patrimônio nacional, disposto pela Constituição Federal.

8. Referências Bibliográficas

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES JR., F. T.; BRANDÃO, C. F. L. S.; ROCHA, K. D.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C. **Efeito de borda na estrutura de espécies arbóreas em um fragmento de floresta ombrófila densa, Recife, PE**. Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v.1, n.único, p.49-56, 2006.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV**. 2016.
- BARROS, M. **Memórias Inventadas: A terceira infância**. São Paulo: Editora Planeta, 2008.
- BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. **Fertilidade de solos, nutrientes e produção florestal**. Visão Agrícola, Piracicaba, n. 4, p. 76–79, jul./dez. 2005.
- BELLO, O. C.; *et al.* **Produção e decomposição de serapilheira em áreas de reflorestamento e floresta nativa no sul do Amazonas**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 1854-1875, out./dez. 2022
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 8 nov. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-e-o-segundo-maior-consumidor-de-cafe>. Acessado em: 23 mar. 2025.
- CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. (Org.) **Mata Atlântica: Uma rede pela floresta**. Brasília RMA. ISBN: 85-99824-01-5, 2006.
- CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W. G. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**. Brasília: MMA/SBF. 96p. 2010.
- CARDOSO, J. T.; **A Mata Atlântica e sua conservação**. Encontros Teológicos, Florianópolis, v.31, N.3, p. 441-458. 2016.
- CHIROL, A. D.; NETTO, A. L. C. **Litter Production and Decomposition During Succession in Atlantic Tropical Forest, Brazil**. RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise, v. 49, p. 2–21, 2020.
- CRUZ, D. D. **Ecologia**. João Pessoa: Editora da Universidade Federal da Paraíba, 252p. 2015.
- DANTAS, S. V. **Precipitação e ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Floresta e Ambiente, Ano 01, p. 116-122. 1994.
- D'ARRIGO, R. C. P.; LORINI, M. L.; RAJÃO, H. **A seleção de áreas para conservação na Mata Atlântica brasileira: revisão dos estudos voltados para priorização espacial**. *Biodiversidade Brasileira*, v. 10, n. 2, p. 36-49, 2020.
- DEAN, W. **A Ferro e Fogo: A História e a Devastação da Mata Atlântica Brasileira**. Trad. Cid K. Moreira, São Paulo: Companhia das Letras, 484 p. 2007.

DEVIDE, A. C. P. **História Ambiental do Vale do Paraíba**. Qualificação de Doutorado em Fitotecnia, Área de concentração Agroecologia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

ESPIG, S. A. *et al.* **Sazonalidade, Composição e Aporte de nutrientes da Serapilheira em fragmento de Mata Atlântica**. R. *Árvore*, Viçosa - MG, v.33, n.5, p.949-956, 2009.

FRANKE, C. R.; ROCHA, P. L. B.; KLEIN, W.; GOMES, S. L.(orgs.). **Mata Atlântica e biodiversidade**. Salvador: Faculdade de Tecnologia e Ciências. Edufba, 2005.

FREIRE, A. S. M.; *et al.* **Changes in phenological patterns of a tropical Atlantic Forest tree: implications for conservation**. *BOSQUE*, v. 43, n. 3, p. 267–275, 2023.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Causas: Mata Atlântica**. 2025. Disponível em <https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica/>. Acessado em: 22 mar. 2025.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos Remanescentes Florestas da Mata Atlântica: Período 2022-2023**. Relatório Técnico. São Paulo, 2024.

GIWETA, M. **Role of litter production and its decomposition, and factors affecting the processes in a tropical forest ecosystem: a review**. *Journal of Ecology and Environment*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41610-020-0151-2>

GUIMARÃES, A. G. C.; FERNANDES, E. F. N.; HERCULANO, Évanny V. de A.; FIGUEIREDO, E. L. de O.; DA COSTA, L. J. S.; MENDES, M. K. S.; MEDEIROS, A. M.; SOUTO, P. C. **Variação Espaço-Temporal de Serapilheira em Fragmento de Caatinga Preservada no Semiárido da Paraíba**. *REVISTA FOCO, [S. l.]*, v. 16, n. 3, 2023.

IBF. Instituto Brasileiro de Florestas. **Bioma Mata Atlântica**, 2020. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>. Acessado em: 22 abr. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto – PIB, 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso: 01 nov. 2025.

IF. Instituto Florestal do Estado de São Paulo. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, 1:250000**. São Paulo, 2017.

LEITE, M. (Org.) **Nos caminhos da biodiversidade paulista**. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Meio Ambiente: Instituto Amigos da Reserva Da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

LIMA, R. R. F. **Mata Atlântica: uso, proteção e conservação**. *Revista Extensão Trilhas*, Salvador, v. 3, n. 1, p. 66–76, ago. 2023.

LOPES, M. I. M.; DOMINGOS, M.; VUONO, Y. S. **Ciclagem de nutrientes minerais**. In: Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica. SYLVESTRE, L. S.; ROSA, M. M. T. Seropédica, RJ. EDUR, p. 72-103. 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1 - 3 v. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **A Mata Atlântica**, 2022 Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/mata-atlantica>. Acesso em: 08 nov. 2025.

- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A.; & KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** *Nature*, v.403, p.853-858. 2000.
- NOVAIS, R. F.; *et al.* (Eds.). **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1017 p. 2007.
- ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 460 p. 2013.
- OLIVEIRA, L. DA ROSA.; ZANONI, I. Z.; ELIAS, G. A.; DOS SANTOS, R. **Serapilheira em floresta Atlântica no Brasil: uma abordagem da produção científica (1987 - 2019).** Revista Observatorio De La Economia Latinoamericana. Curitiba, v.21, n.12, p. 28120-28146. 2023.
- OLSON, J. S. **Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems.** *Ecology*, [s.l.], v. 44, n. 2, p. 322-330, 1963.
- PDUI. **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado.** Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), 2012. Disponível em: https://rmvpln.pdui.sp.gov.br/?page_id=127. Acessado em: 10 mar. 2025.
- PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T.; SCHULTZ, N. **Aporte e decomposição da serapilheira na Floresta Atlântica, Ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.18, n.4, p. 443-454. 2008.
- PEREIRA, A. B. **Mata Atlântica: uma abordagem geográfica.** *Nucleus*, Ituverava, v. 6, n. 1, p. 27–49, abr. 2009.
- PEREIRA, H. S. **Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados.** *Visão Agrícola*, Piracicaba, n. 9, p. 43-46, jul./dez. 2009.
- PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar.** Vitória, ES: Incaper, 104p. 2013.
- REIS, B. J.; BATISTA, G. B.; DIAS, A. J. **Recuperação de área degradada pela extração de areia no Vale do Paraíba Paulista.** CEIVAP: Artigos e Publicações. 2006. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/artigos-e-publicacoes>. Acessado em: 24 mar. 2025.
- REZENDE, C. P.; *et al.* **Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in Atlantic forest region of South Bahia, Brazil. Nutrient cycling in Agroecosystems.** v. 54, p. 99-112. 1999.
- RIBEIRO, M. C. *et al.* **The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot.** *Biodiversity and Conservation*, v. 19, p. 3635–3654, 2011.
- RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 503 p. 2003.
- RODRIGUES, J. I.; *et al.* **Ecosistemas sucessionais alterados pela agricultura itinerante na Amazônia: contexto histórico e importância da serapilheira.** In: *Conservação e Biodiversidade Amazônica: Potencialidade e Incertezas.* Cap. 3, p. 48-63, 2022. +
- ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo.** *Bragantia*, v. 66, n. 4, p. 711–720, 2007.