



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**LUCAS DA SILVA CARDOSO**

**RELAÇÃO DO APORTE DE SERRAPILHEIRA COM VARIÁVEIS  
DENDROMÉTRICAS, CLIMÁTICAS E ÍNDICES ECOLÓGICOS NA FLORESTA  
NACIONAL MÁRIO XAVIER**

Prof. Dr. EMANUEL JOSÉ GOMES DE ARAÚJO  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
AGOSTO - 2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**LUCAS DA SILVA CARDOSO**

**RELAÇÃO DO APORTE DE SERRAPILHEIRA COM VARIÁVEIS  
DENDROMÉTRICAS, CLIMÁTICAS E ÍNDICES ECOLÓGICOS NA FLORESTA  
NACIONAL MÁRIO XAVIER**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. EMANUEL JOSÉ GOMES DE ARAÚJO  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
AGOSTO – 2022

**RELAÇÃO DO APORTE DE SERRAPILHEIRA COM VARIÁVEIS  
DENDROMÉTRICAS, CLIMÁTICAS E ÍNDICES ECOLÓGICOS NA FLORESTA  
NACIONAL MÁRIO XAVIER**

**LUCAS DA SILVA CARDOSO**

APROVADA EM: 17/08/2022

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. EMANUEL JOSÉ GOMES DE ARAÚJO – UFRRJ  
Orientador

---

Prof. Dr. MARCO ANTONIO MONTE – UFRRJ  
Membro

---

Prof. Dr. VINICIUS AUGUSTO MORAIS – UNEMAT  
Membro

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha  
família e amigos, em especial ao  
meu avô Walter Silva.

**“Resistir é ato de perseverança  
Persistir e assim alcançar a bonança  
Siga sempre a esperança que nos faz...”  
(Lucas Cardoso)**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Júlio e Evanir e ao meu irmão Thiago por todo o apoio durante o meu processo de aprendizado, por toda preocupação com meu bem-estar durante a graduação e, principalmente, pela minha formação ética e moral como ser humano. Além disso, e por ajudarem a entender que valores como a humildade e simplicidade são fundamentais para alcançar os objetivos. E também, pelo auxílio na construção dos coletores, e sugestão de ideia da metodologia do trabalho. Amo vocês!

Ao Prof. Emanuel Gomes de Araújo pela confiança em meu trabalho e orientações, abrindo as portas do LAMFLOR para que eu pudesse aprender, e desenvolver minhas habilidades científicas, profissionais e pessoais;

Aos professores Marco Antonio Monte e Vinícius Augusto Moraes por aceitarem participar da banca, contribuindo com a qualidade do trabalho;

Ao Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural, espaço em que pude adquirir muitos conhecimentos e fazer grandes amigos;

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por fornecer ensino de qualidade e ser minha segunda casa durante esses quase seis anos de jornada;

Aos colaboradores da FLONA Mário Xavier, em especial ao gestor Ricardo, que abriu as portas da UC para realização da pesquisa sempre apoiando quando necessário.

Aos professores Alexandre Miguel, Paulo Lélis, Marco Monte, Azarias Andrade, Marcos Gervásio, Francisco Laudares pelos conselhos, apoio com equipamentos e espaço de seus respectivos laboratórios, e toda a colaboração para minha formação;

Aos meus amigos de longa data Hebert, Luis Gabriel, Victor Hugo, Débora e Matheus que se tornaram um porto seguro diante das dificuldades da caminhada da vida. Sempre oferecendo um momento de descontração e reflexão quando necessário. Somos uma família.

Aos meus companheiros de turma e de profissão mais que especiais Rogério, Eduardo Castro, Eduardo França, Suamyr, Vinícius, Iara, Ana Lúcia, Isabela, Karina, Bianca, Júlia e toda a turma de 2016-1. Que todos tenhamos uma caminhada brilhante e de muitas conquistas na Engenharia Florestal.

Aos meus companheiros e ex-companheiros do Laboratório de Mensuração e Manejo Florestal: Danilo, Laís, Pedro, Stephany, Vinícius, Letícia, Bruno (o mineiro), Karla e Natália. Em especial a Júlia parceira de vários trabalhos e projetos, uma grande amiga que foi majestosa na coordenação do projeto e fundamental para realização deste trabalho.

Aos meus calouros da turma 2018-1, os quais se tornaram verdadeiros amigos, em especial: Letícia, Paulo, Bruno, Gustavo, Ryckson, Maria, Amanda, Rayza, Julie e Jéssika.

À equipe “Aulas Cria”, composta por Júlia, Danilo, Pedrinho, Ana Lúcia, Karla, Letícia, Nathália, Bruno e Miryelle que foram fundamentais para coleta dos dados, tornando o trabalho de campo leve e divertido, com bastante empenho e responsabilidade.

Aos meus amigos e irmãos da música, especialmente todos do Dona Fátima: Caíque, Edgar e Roberto, e toda equipe do Samba da Volta: Osmar, Hugo, Cláudio, Igor, Eryck, Hudson Arthur, Natasha, Juliana, Victor, Jorginho, Luisinho pelos momentos de descontração, sem os quais seria inviável a realização desse trabalho.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

## RESUMO

Estudos que avaliam a dinâmica de processos ecológicos são fundamentais para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, um dos processos de grande importância na ciclagem de nutrientes de florestas é o aporte de serrapilheira. O objetivo deste estudo foi avaliar a relação do aporte da serrapilheira com variáveis climáticas, índices de diversidade e variáveis dendrométricas em floresta secundária com diferentes tipos de vegetação. O estudo foi realizado na Floresta Nacional Mário Xavier, sendo instaladas 13 unidades amostrais em 6 diferentes estratos de vegetação arbórea, distribuídas aleatoriamente entre os estratos. Para avaliação do aporte foram instalados três coletores por unidade amostral, o material coletado foi avaliado mensalmente ao longo de um ano, e a serrapilheira foi subdividida em frações. Foi realizado o inventário florestal, e o cálculo dos índices de diversidade e variáveis dendrométricas das unidades amostrais. Os valores de aporte mensal foram comparados por meio do teste T de Student ( $\alpha = 0,05$ ), e a correlação entre o aporte e as variáveis climáticas, índices de diversidade, variáveis dendrométricas foi verificada por meio da Correlação de Pearson, e seu respectivo teste de significância ( $\alpha = 0,05$ ). O aporte anual de serrapilheira na Floresta Nacional Mário Xavier foi de  $10,44 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , com aporte médio de  $0,87 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ . A fração folha é a de maior representatividade, seguida por materiais lenhosos e reprodutivos. O mês de agosto de 2021 foi em que ocorreu o maior aporte de serrapilheira, com  $1,40 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Houve correlação significativa entre o aporte total, e algumas de suas frações com a precipitação, pressão atmosférica, temperatura mínima e velocidade máxima do vento. Por outro lado, não ocorreu correlação significativa entre os índices de diversidade e o aporte. Em termos de variáveis dendrométricas apenas o volume total por unidade amostral apresentou correlação significativa com o aporte total e de materiais reprodutivos. Para a Floresta Nacional Mário Xavier os fatores climáticos são os mais relevantes para a dinâmica do aporte de serrapilheira.

**Palavras-chave:** Produção de fitomassa, manejo florestal, floresta secundária

## ABSTRACT

Studies that evaluate the dynamics of ecological processes are fundamental to understanding the functioning of ecosystems, one of the processes of great importance in the cycling of nutrients from forests is the litterfall. The objective of this study was to evaluate the dynamics of litterfall, as well as its correlation with climatic variables, diversity indices and dendrometric variables in secondary forest with different types of vegetation. The study was carried out in the Mário Xavier National Forest, with 13 sampling units being installed in 6 different strata of arboreal vegetation, distributed by the ACS process. To evaluate the input, three collectors were installed per sampling unit, the material collected was evaluated monthly over a year, and the litter was subdivided into different fractions. A forest inventory was carried out, as well as the calculation of the diversity indices and dendrometric variables of the sampling units. The monthly contribution values were compared using Student's T test ( $\alpha = 0.05$ ), and the correlation between the contribution and climatic variables, diversity indices, dendrometric variables was verified through Pearson's Correlation, and its respective significance test ( $\alpha = 0.05$ ). The annual litter contribution to the Mário Xavier National Forest was  $10.44 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ , with an average contribution of  $0.87 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ month}^{-1}$ . The leaf fraction is the most representative, followed by woody and reproductive materials. The month of August 2021 was when the largest contribution of litter occurred, with  $1.40 \text{ Mg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ . There was a significant correlation between the litterfall, and some fractions, with precipitation, atmospheric pressure, minimum average temperature and maximum average wind speed. On the other hand, there was no significant correlation between the diversity indices and the litterfall. In terms of dendrometric variables, only the total volume per sample unit showed a significant correlation with the total supply and reproductive materials. For the Mário Xavier National Forest, climatic factors are the most relevant for the dynamics of litter supply.

**Keywords:** Phytomass production, forest management, secondary forest



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	2
<b>2.1. Flona Mário Xavier</b> .....	2
<b>2.2. Serrapilheira e ciclagem de nutrientes</b> .....	3
<b>2.3. Fatores que influenciam no aporte e estoque de serrapilheira</b> .....	5
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	6
<b>3.1. Localização e caracterização da área de estudo</b> .....	6
<b>3.2. Amostragem e obtenção dos dados</b> .....	8
<b>3.2.1. Variáveis dendrométricas, índices de diversidade e equabilidade</b> .....	8
<b>3.2.2. Aporte de serrapilheira</b> .....	9
<b>3.2.3. Variáveis climáticas</b> .....	10
<b>3.3. Análise estatística</b> .....	10
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	10
<b>4.1. Variáveis dendrométricas, índices de diversidade e equabilidade</b> .....	10
<b>4.2. Dinâmica do aporte de serrapilheira</b> .....	12
<b>4.3. Variáveis climáticas</b> .....	15
<b>4.4. Correlação de Pearson</b> .....	17
<b>4.4.1. Aporte de serrapilheira e variáveis dendrométricas</b> .....	17
<b>4.4.2. Aporte de serrapilheira e índices de diversidade</b> .....	18
<b>4.4.3. Aporte de serrapilheira e variáveis climáticas</b> .....	19
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	21
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	21

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Estratos utilizados para o estudo, número de unidades amostrais instaladas e área amostrada em hectare, na Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....8
- Tabela 2.** Estatística descritiva para variáveis dendrométricas das unidades amostrais instaladas na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....10
- Tabela 3.** Estatísticas descritivas para variáveis dendrométricas na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....11
- Tabela 4.** Número de espécies, famílias e índices de diversidade e equabilidade para as 13 unidades amostrais alocadas na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....12
- Tabela 5.** Resultado do Teste de t de Student para comparação de amostras independentes, considerando a produção média mensal de serapilheira (Mg/ha) na Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica, Rio de Janeiro.....14
- Tabela 6.** Estatística descritiva para os valores de produção mensal de serrapilheira na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....15
- Tabela 7.** Estatística descritiva e teste de normalidade de Anderson-Darling ( $\alpha=0,05$ ), para os valores de produção média de serrapilheira total, por compartimentos e mensal na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....15

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribuição dos estratos e das unidades amostrais na Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....7
- Figura 2.** Aporte mensal de serapilheira, coletada no período de junho/2021 a maio/2022, na Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....13
- Figura 3.** Aporte mensal dos compartimentos de serapilheira, coletada no período de junho/2021 a maio/2022, na Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....13
- Figura 4.** Temperatura mensal média mínima e máxima e precipitação acumulada (**A**), velocidade média máxima do vento e umidade relativa (**B**) obtidas na estação meteorológica automática Ecologia Agrícola, próxima a Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....16
- Figura 5.** Valores da correlação de Pearson ( $\alpha=0,05$ ) entre o aporte de serrapilheira total e variáveis dendrométricas. \*correlação de Pearson significativa ( $\alpha=0,05$ ).....17
- Figura 6.** Correlação de Pearson ( $\alpha=0,05$ ) entre o aporte de serrapilheira total e suas frações, e os índices de diversidade e equabilidade.....19
- Figura 7.** Correlação de Pearson ( $\alpha=0,05$ ) entre o aporte de serrapilheira total e suas frações, e as variáveis climáticas. \*correlação de Pearson significativa ( $\alpha=0,05$ ).....20



## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a dinâmica dos fluxos existentes nos diferentes estratos das florestas são de extrema importância, permitindo um maior entendimento sobre a estrutura e funcionamento destes ecossistemas. Dentre estes fluxos, o aporte de serrapilheira tem papel fundamental como reservatório de nutrientes, que uma vez decomposta permite a reciclagem de nutrientes e a manutenção da fertilidade dos solos (VILLA et al., 2016). Além disso, o acúmulo de serrapilheira podem afetar a estrutura e a dinâmica das comunidades vegetais de diferentes formas, como por exemplo modificando a germinação de sementes e crescimento de plântulas (SANTOS; VÁLIO, 2002).

Existem vários estudos envolvendo a produção, o acúmulo e a decomposição de serrapilheira, destacando-se os que compararam a produção de serrapilheira em fragmentos de diferentes tamanhos, em diferentes estágios sucessionais, e tipos de formações de vegetação, tal qual sua utilização como parâmetro para formulação de indicadores ambientais de degradação (BARBOSA; FARIA, 2006; GOMES et al., 2010; PINTO et al., 2008; PORTELA; DOS SANTOS, 2007). A Mata Atlântica é o bioma com maior número de estudos nessa temática, e as florestas secundárias são os ecossistemas que recebem maior destaque (RODRIGUES et al., 2021). No entanto, poucos avaliam a influência dos fatores climáticos ou características estruturais das florestas na dinâmica do aporte de serrapilheira.

A quantidade de serrapilheira produzida, e a dinâmica do aporte dependem de diversos fatores como a produtividade da comunidade vegetal, grupos ecológicos predominantes, condições climáticas dentre outros (GOMES et al., 2010). Variáveis climáticas exercem importante influência, destacando-se a precipitação e a temperatura, além das condições microclimáticas, como o aumento da temperatura do ar, o aumento da intensidade dos ventos e a diminuição da umidade do ar e do solo (PORTELA; DOS SANTOS, 2007; SIQUEIRA et al., 2016). Fatores como latitude, altitude, regime de luminosidade, características do solo e estágio sucessional também são listados como influentes na produção de serrapilheira (FERNANDES et al., 2006). Por outro lado, cabe destacar que um determinado fator pode prevalecer sobre os demais em função das características de cada ecossistema (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003). Portanto, para compreender a dinâmica do aporte de serrapilheira de um ecossistema é necessário verificar como ele ocorre ao longo do tempo, e quais fatores exercem maior influência em sua variação.

As hipóteses para estudo em questão foram: o aporte de serrapilheira ocorre de forma sazonal ao longo do ano, concentrado em épocas de menor pluviosidade; as variáveis climáticas apresentam maior relevância, que as variáveis dendrométricas e índices de diversidade e equabilidade ao explicar o aporte de serrapilheira em floresta secundária. Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a relação do aporte da serrapilheira com variáveis climáticas, índices de diversidade e variáveis dendrométricas em floresta secundária com diferentes tipos de vegetação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Flona Mário Xavier

A criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) no ano de 2000, foi fundamental para organização e gestão das Unidades de Conservação no Brasil. Segundo o SNUC as Unidades de Conservação são: “um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (BRASIL, 2000). Uma das diretrizes atribuídas pelo SNUC foi a subdivisão das Unidades de Conservação em dois grupos: unidades de proteção integral e unidades de uso sustentável.

A Floresta Nacional (FLONA) é uma das sete unidades de conservação enquadradas no grupo de uso sustentável. O SNUC a define como uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas (BRASIL, 2000). A FLONA Mário Xavier está inserida nesse grupo, onde as unidades estão direcionadas para a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Criada em 8 de outubro de 1986, a partir da publicação do Decreto Federal nº 93.369, a área passou por diferentes usos, e lhe foi atribuída diferentes nomes previamente a delimitação legal como unidade de conservação.

O desenvolvimento da área esteve, desde seu princípio, relacionado com a atual Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. A primeira vocação foi como Horto Florestal de Santa Cruz, criado na década de 1940, e tinha como objetivo a experimentação e divulgação de práticas silviculturais, somada a produção de mudas nativas e exóticas, de forma a substituir o Horto da Gávea, para contribuir no reflorestamento de áreas no Rio de Janeiro e Minas Gerais (SOUZA, 2017; SOUZA; VARGAS, 2020). O engenheiro agrônomo Mário de Figueiredo Xavier teve papel importante para o desenvolvimento do Horto, ocupando o cargo de administrador de 1945 até 1951, e de chefe a partir de 1954, ano em que a área passou a ser denominada como Estação de Experimentação Florestal de Santa Cruz (SOUZA, 2017).

Em razão de funcionar como Horto Florestal, e posteriormente como Estação de Experimentação Florestal a atual FLONA Mário Xavier apresenta uma flora bastante influenciada por ações antrópicas. Uma das primeiras atividades realizadas quando Horto Florestal foi a formação de povoamentos com essências diversas, sendo implantados povoamentos de diferentes espécies de eucalipto entre os anos de 1944 e 1946, dentre as quais se destacam *E. trautii*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. botryoides*, *E. paniculata* e *C. citriodora* (SOUZA, 2017). No período de 1946 a 1977 foram implantados talhões homogêneos com área de 1 hectare, e espaçamento 2 x 2, de espécies dos gêneros: *Joannesia*, *Apuleia*, *Lafoensia*, *Adenantha*, *Pterogyne*, *Caesalpinia*, *Cariniana*, *Felicium*, *Schizolobium*, *Lonchocarpus*, *Platyodium*, *Pinus*, *Erythroxylum*, *Dillenia* dentre outros. Além disso, entre 1952 e 1971 foram implantados talhões dos gêneros *Tecoma*, *Tabebuia*, *Hymenaea*, *Myroxylum*, *Myrocarpus*, *Paratecoma*, *Cedrela*, *Reputia* que funcionariam como porta-sementes, com espaçamento de 9,8 x 10 m (SOUZA, 2017).

Cerca de 16% dos 496 ha que constituem a FLONA Mário Xavier são ocupados por espécies nativas secundárias, sendo o restante da área ocupada por reflorestamentos de espécies nativas da Mata Atlântica, talhões de espécies exóticas e talhões mistos (ALVES; VARGAS 2019). As autoras destacaram 9 talhões que se distinguem na paisagem, sendo estes: *Joannesia princeps* (andá-açu), *Lophanthera lactescens* (lanterneira), *Lecythis pisonis* (sapucaia), *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá), *Ceiba pentandra* (sumaúma), *pinus* sp., eucaliptos jovens, eucaliptos antigos e talhões mistos. Além disso, ressaltam que os talhões do gênero *Eucalyptus* ocupam a maior parte da área, estando os talhões de eucalipto antigo sobre processo progressivo de revegetação natural. Adicionalmente, apontam que na atualidade existem projetos de revegetação em fase de manutenção na área, tendo destaque um projeto de 1,7 ha implantado pela companhia de energia elétrica Furnas Centrais Elétricas S.A em razão da ampliação de uma subestação.

O potencial de uso público da FLONA Mário Xavier foi, e ainda é, foco de estudo de diversos trabalhos em diferentes áreas de pesquisa. Santos e Lima (1999), talvez tenham sido uns dos pioneiros ao traçarem um perfil do usuário ou possível usuário da unidade de conservação. Os autores concluíram, à época, que o perfil de usuário é de uma pessoa jovem, com nível de escolaridade de 1° e 2° graus, que conhece a UC como Horto Florestal e que a utiliza para prática de caminhadas e atividades de recreação e lazer. Além disso, foi verificado que os usuários tinham expectativas de que a área apresentasse natureza bem conservada, com segurança e infraestrutura, e que estavam dispostos a pagar taxa de visitação simbólica na esperança de melhorias nestes aspectos. Cabe destacar que devido a sua proximidade com a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, somada a sua importância por exercer serviços ambientais para todo o município, a FLONA já foi alvo de diversos estudos, no entanto poucos estão relacionados a dinâmica dos processos ecológicos.

## **2.2. Serrapilheira e ciclagem de nutrientes**

A serrapilheira consiste na camada superficial formada sobre o piso florestal, sendo composta por diferentes materiais orgânicos como folhas, ramos, galhos, cascas, materiais reprodutivos, fragmentos vegetais não identificados, dejetos de animais, dentre outros. O aporte, o acúmulo e posterior decomposição da serrapilheira integram um processo de grande importância para a ciclagem de nutrientes nos diferentes tipos de formações vegetais.

O retorno de nutrientes em ecossistemas florestais se dá a partir de dois ciclos, o biogeoquímico e o bioquímico (MOREIRA et al., 2021). O ciclo biogeoquímico envolve o fluxo de nutrientes pelo sistema solo – planta – solo, e tem como via mais importante a produção de serrapilheira, já bioquímico relaciona-se com a circulação de nutrientes no interior da planta (SCHUMACHER et al., 2004). Tais processos funcionam como rota primária de transferência de nutrientes, e garantem a manutenção da fertilidade do solo auxiliando na sustentabilidade dos sistemas florestais (CAMARGO; GIARRIZZO; JESUS, 2015; ERFANI et al., 2017; SILVER; HALL; GONZÁLEZ, 2014). Além de representar um importante, e essencial, fonte de matéria orgânica a serrapilheira contribui positivamente em diversos outros processos, como por exemplo o recobrimento do solo, o que leva a manutenção da umidade, atenuando o risco de erosão e incêndios (SCHUMACHER et al., 2004; VILLA et al., 2016).

A serrapilheira, mais especificamente o seu aporte funciona como bom bioindicador, sendo destacada sua eficiência e sensibilidade para detecção e comparação de diferentes quantidades de biomassa em áreas em revegetação (MACHADO; RODRIGUES; PEREIRA, 2008). Souza et al. (2015) ao avaliarem a funcionalidade ecológica de sistemas agroflorestais concluíram que o aporte de serrapilheira pode ser considerado um eficiente indicador para monitorar a funcionalidade ecológica desses sistemas. No entanto destacam que existe a necessidade de adoção de práticas de manejo da vegetação e poda para restaurar de forma eficiente o aporte de biomassa ao solo.

Os estudos que têm como foco a serrapilheira e a ciclagem de nutrientes apresentam diferentes abordagens em função dos processos a serem avaliados, sendo os mais usuais a avaliação da dinâmica de aporte, do estoque e decomposição. Rodrigues et al. (2021) realizaram análise bibliométrica da produção científica do aporte e estoque de serrapilheira entre os anos de 2008 e 2019. Os resultados obtidos indicaram que a maior parte dos artigos analisados abordam o aporte de serrapilheira, seguido do estoque e de estudos que avaliam os parâmetros em conjunto. Além disso, foi verificado que a Mata Atlântica foi o bioma com maior número de estudos nessa temática, e as florestas secundárias foram os ecossistemas que receberam maior destaque. Apesar de um maior foco dos estudos em florestas naturais, segundo os autores é de grande representatividade o número de artigos realizados em povoamentos florestais, com ênfase para as culturas de *Eucalyptus* sp., *Pinus taeda* L., *Tectona grandis* Linn. F. *Acacia auriculiformis* A. Cunn. Ex Beth e *Mimosa caesalpinifolia* Benth.

Ao avaliar a produção de serrapilheira em dois estágios sucessionais de uma Floresta Estacional Semidecidual, Pinto et al. (2008), verificaram uma produção anual de 8,82 Mg/ha para floresta madura e 6,31 Mg/ha para floresta inicial. Valores superiores foram verificados para Floresta Estacional Decidual no Sul do País, com produção total anual de 14,87 Mg/ha, e produção média anual de 7,44 Mg/ha (VOGEL et al., 2007). Na Mata Atlântica foi verificado que áreas em estágio inicial de regeneração apresentam menor produção de serrapilheira que aquelas em estágio avançado, e fragmentos maiores produzem mais serrapilheira que menores (PORTELA; DOS SANTOS, 2007).

Em povoamento de *Pinus taeda*, em Cambará do Sul – RS, foi observada uma deposição média anual de serrapilheira de 2,5 Mg/ha com tendência crescente, mas não significativa com o desenvolvimento do povoamento (VIERA; SCHUMACHER, 2010). Adicionalmente os pesquisadores concluíram que a deposição foi maior no período verão - outono, menor no período inverno - primavera, e a umidade relativa do ar foi a única variável climática com correlação significativa com a deposição. Em povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* a produção de serrapilheira foi crescente em função do crescimento, sendo de 6,9 Mg/ha no sexto ano e 8,5 Mg/ha no nono ano, e o padrão de produção foi sazonal com maior produção no verão (ARAÚJO et al., 2005).

Diversos estudos além de avaliarem o aporte e o estoque da serrapilheira realizam a análise química do material a fim de verificar quais nutrientes estão sendo ciclados em maior quantidade, e quais fatores contribuem para a manutenção da fertilidade do solo em diferentes ecossistemas. Foi observado para diferentes modelos de revegetação e para área de floresta secundária uma maior adição de nitrogênio, seguido por fósforo e potássio (ARAÚJO et al., 2005). Resultados semelhantes foram obtidos para avaliação do padrão da dinâmica dos



atributos químicos do solo superficial e da serrapilheira em dois plantios abandonados de *Corymbia citriodora* em diferentes estágios de sucessão secundária de espécies nativas da Mata Atlântica na Reserva Biológica União (CAMARA et al., 2018). Os resultados obtidos indicaram que para a serrapilheira as concentrações de nitrogênio e magnésio aumentaram durante o desenvolvimento ecossistêmico, e o aporte de todos os elementos (C, N, P, K e Mg) foram maiores no estágio sucessional mais avançado. Em condições de formação de maciços florestais, o espaçamento influi no teor de N, K e Mg da serrapilheira em épocas de seca, e o conteúdo de nutrientes apresenta a seguinte ordem decrescente  $N > Ca > K > Mg > P$  (VILLA et al., 2016). Em termos de povoamentos puros, para *Araucaria angustifolia* foram encontradas maiores concentrações de elementos químicos nas acículas (N, P, Ca e Mg), com exceção apenas do K que apresentou maior concentração na fração de galhos (SCHUMACHER et al., 2004).

### **2.3. Fatores que influenciam no aporte e estoque de serrapilheira**

O aporte de serrapilheira consiste em todo material que cai da parte aérea da planta, usualmente representado por unidade de medida dinâmica de massa por unidade de área, por unidade de tempo (RODRIGUES et al., 2021). O aporte de serrapilheira é influenciado por vários fatores biótico ou abióticos, como: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, deciduidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo (FERNANDES et al., 2006).

Ao avaliar a produção e a decomposição de serrapilheira em um fragmento secundário de Mata Atlântica em São Paulo, Ferreira et al. (2014) concluíram que a precipitação e a radiação apresentaram uma forte influência para produção de serrapilheira, e indicaram que tal comportamento pode estar relacionado a uma estratégia da comunidade vegetal para renovação das folhas. No cerradão em Minas Gerais Siqueira et al. (2016) verificaram comportamento semelhante, em que a correlação foi significativa e negativa entre a produção de fração foliar e a precipitação, e os mesmos resultados foram verificados correlacionado com temperaturas médias mínimas. Ao comparar a produção de serrapilheira em floresta de galeria e floresta mesofítica no Distrito Federal, Santana et al. (2010) observaram que a produção de serrapilheira em ambos os ambientes apresentou correlação com a pluviosidade, umidade, radiação solar, abertura de dossel e índice de área foliar. Silva et al. (2018) ao avaliarem os padrões de aporte e decomposição de serrapilheira em floresta primária e secundária na Amazônia brasileira, verificaram que sobre condições similares de microclima as taxas de aporte e decomposição da serrapilheira em florestas secundárias da Amazônia tendem a se estabilizar aos 25 anos após o início da regeneração.

A análise estrutural da população florestal permite detectar o estágio em que a floresta se encontra, assim como as alterações que estas sofrem, de modo em que seja possível observar aspectos auto-ecológicos (espécies isoladas) e sinecológicos (interações entre os indivíduos da comunidade florestal)(SCOLFORO; MELLO, 2006). Sendo assim, a estrutura das florestas influi em diversos fatores com relação a dinâmica dos processos ecossistêmicos, e de forma

coincidente o aporte de serrapilheira relaciona-se com mudanças na estrutura. Tal característica foi observada em estudo realizado por Correia et al. (2015) no qual os resultados indicaram que uma floresta em processo de restauração durante 23 anos apresentou estoque de serrapilheira inferior a um trecho adjacente de Floresta Ombrófila Densa primária no Espírito Santo. Os autores também concluíram que o estoque de serrapilheira foi superior em áreas de menor abertura de dossel e menor compactação do solo. Em termos de estágios sucessionais em florestas naturais, foi verificado para Floresta Estacional Semidecidual em Minas Gerais, um aporte de serrapilheira superior em florestas maduras que em iniciais (PINTO et al., 2008).

Ao comparar a serrapilheira produzida em Floresta Estacional Semidecidual, e dois povoamentos florestais, um de *Pterogyne nitens* e outro de *Eucalyptus urophylla*, Santos Neto et al. (2015) sugeriram que os resultados obtidos indicaram que a variação do aporte se relacionou à estrutura da floresta. Segundo os autores, a produção média de serrapilheira foi similar entre o povoamento de *Eucalyptus urophylla* e a Floresta Estacional Semidecidual, sendo 67% superior à do povoamento de *Pterogyne nitens*. Ao examinar a relação existente entre diversidade de espécies arbóreas e a produtividade primária ao longo de um habitat altamente heterogênea Guo et al. (2019) concluíram que a disponibilidade hídrica exerce forte efeito negativo sobre a produção anual de serrapilheira, e sobre a diversidade de espécies. Por outro lado, verificaram que a exposição das copas ao sol, e a diversidade de espécies apresentaram efeitos positivos sobre a produção anual de serrapilheira. Moraes; Delliti; Vuonno (1999) analisaram a produção de serrapilheira e a ciclagem de nutrientes em Floresta Atlântica e Restinga, no litoral Sul de São Paulo. Os pesquisadores observaram que a produção de serrapilheira foi contínua ao longo do ano, tendo seu pico no início da estação chuvosa em ambos os sítios, e foi superior na Floresta Atlântica que na Restinga, sendo respectivamente de 6,3 e 3,9 t/ha/ano.

Em termos de formação de povoamentos florestais visando revegetação ou restauração de ecossistemas o aporte de serrapilheira sofre certa influência com relação ao espaçamento utilizado. Ao estudar o aporte de serrapilheira em diferentes espaçamentos de plantios visando a recomposição florestal, Alonso et al. (2015) observaram que a maior deposição ocorreu no espaçamento 1x1 m, com a fração folha sendo a mais representativa. Adicionalmente, no mesmo estudo foi evidenciado que para os diferentes espaçamentos houve correlação positiva entre a produção e o índice de copa, e que não houve correlação para a área basal. Considerando o espaçamento, resultado semelhante foi encontrado por Villa et al. (2016) em que o maior aporte de serrapilheira ocorreu apenas em espaçamento de 1 x 1 m, sendo que os outros espaçamentos avaliados no estudo (1,5 x 1,5, 2 x 2 e 3 x 2) não apresentaram diferenças significativas.

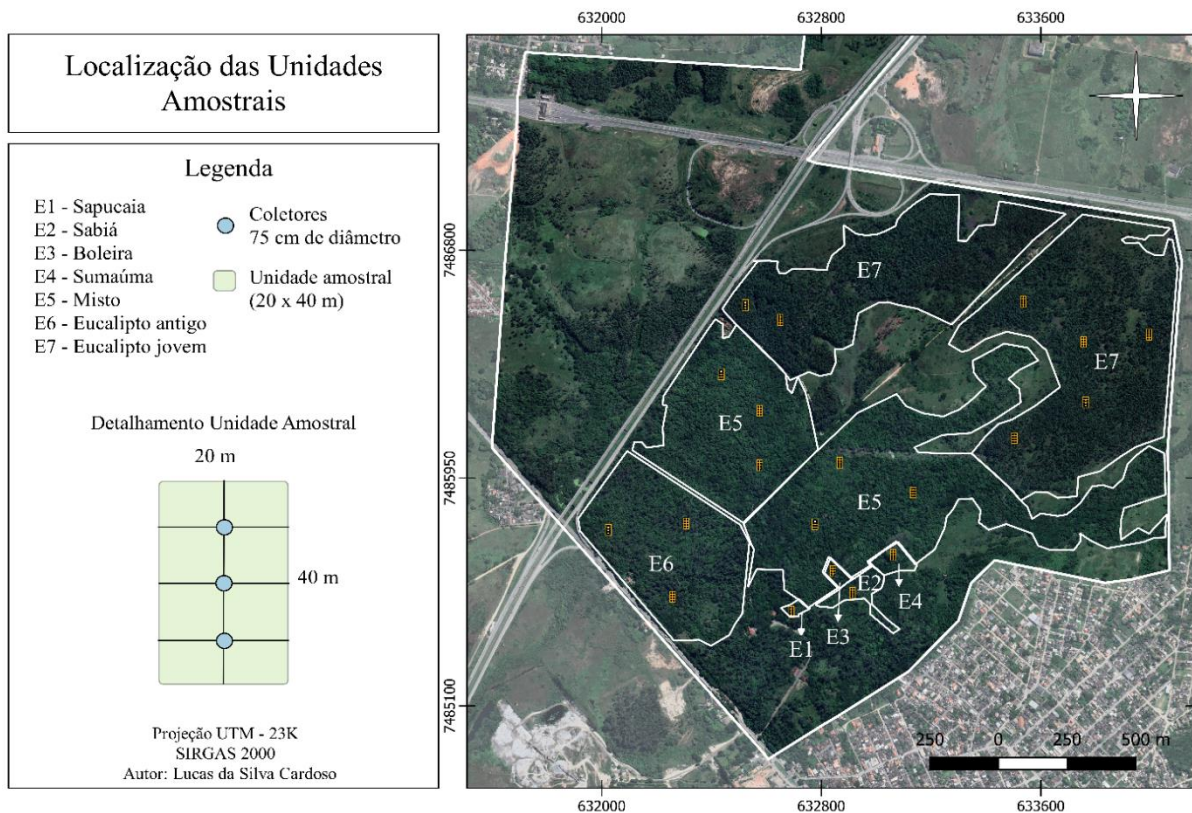
### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado na FLONA Mário Xavier, localizada no município de Seropédica (22°44'0,62" S 43°42'33,25" O) estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A FLONA foi criada pelo Decreto nº 93.369 de 08 de outubro de 1986 (BRASIL, 1986), e pertence à categoria de uso sustentável das Unidades de Conservação, inserida no Bioma Mata Atlântica. O clima da região,

de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw – tropical com verões chuvosos e invernos secos (ALVARES et al., 2014).

A FLONA Mário Xavier apresenta diferentes estratos de vegetação, como formações secundárias, pequenos povoamentos de espécies nativas e povoamentos de eucalipto, os quais em conjunto abrangem 496 hectares. Os diferentes tipos de vegetação presente na área foram subdivididos em 7 estratos, com base em estudos anteriores, em mapas e em informações históricas. O estrato 1, caracteriza-se por ser um antigo talhão de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess) e atualmente possui maior frequência das espécies arco-de-pipa (*Erythroxylum pulchrum* St. Hil.), lanterneira (*Lophantera lactescens* Ducke) e eucalipto (*Eucalyptus* sp.). O estrato 2 é um antigo talhão de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), com presença de espécies oriundas da regeneração natural. O estrato 3 consiste em um antigo talhão de boleira (*Joannesia princeps* Vell.), com poucos indivíduos ainda presentes na área. O estrato 4 é caracterizado por ser um antigo talhão de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). O estrato 5 consiste em um talhão misto, em que foram implantadas em linha 50 espécies dentre nativas e exóticas. O estrato 6 é um talhão de eucalipto implantado nos anos 40, restando alguns poucos indivíduos e com forte desenvolvimento da regeneração natural. Por fim, o estrato 7 consiste em um povoamento de eucalipto implantado mais recentemente e caracteriza-se pela forte presença de capim colônião (*Panicum maximum* Jacq.) e ocorrência frequente de incêndio e presença de animais domésticos (bovinos e equinos)



**Figura 1.** Distribuição dos estratos e das unidades amostrais na Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

## 3.2. Amostragem e obtenção dos dados

### 3.2.1. Variáveis dendrométricas, índices de diversidade e equabilidade

Foram alocadas 20 unidades amostrais (U.A), com área de 800 m<sup>2</sup> (20 x 40 m) distribuídas aleatoriamente entre os diferentes estratos presentes na FLONA Mário Xavier. Os estratos foram divididos com base em estudos publicados sobre a composição de espécies florestais na UC, em que seus limites foram definidos com base nos mapas da área e informações históricas. O maior comprimento das unidades foi direcionado ao norte. Em razão de alguns estratos apresentarem dimensões reduzidas foi necessário alocar apenas uma unidade amostral (Tabela 1 e Figura 1).

**Tabela 1.** Estratos utilizados para o estudo, número de unidades amostrais instaladas e área amostrada em hectare, na Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

Estratos	Nº de Unidades Amostrais	Área (ha)	Área amostrada (%)
1	1	0,36	21,86
2	1	1,98	4,03
3	1	0,55	14,47
4	1	1,19	6,71
5	6	82,19	0,58
6	3	26,99	0,89
7	7 *	88,97	0,63

\* Estrato e unidades amostrais desconsideradas do estudo em razão ocorrência de queimadas constantes e presença de animais.

Foi realizado o inventário da vegetação arbórea em cada unidade amostral, considerando o diâmetro mínimo de inclusão de 5 cm. Foram mensuradas as variáveis circunferência a 1,30 m do solo (CAP) e a altura total (Ht). Os indivíduos foram identificados em nível de espécie, seguindo a APG III.

Os dados de CAP foram convertidos em DAP, e posteriormente, foi calculada a área seccional das árvores e a área basal (G) das unidades amostrais. O volume com casca foi estimado utilizando a equação 2 (CETEC, 2005). A diversidade florística foi calculada utilizando os índices de Shannon (H' – Equação 3), Simpson (S' – Equação 4) e o Quociente de Mistura de Jentsch (QM – Equação 5), e seu valor inverso. A utilização do inverso do Quociente de Mistura de Jentsch é justificado em razão da maior facilidade de interpretação, uma vez que indica o número de indivíduos necessários para que seja verificada uma nova espécie. A fim de avaliar a equabilidade entre as unidades amostrais foi obtido o índice de equabilidade de Pielou (J' – Equação 6).

$$VT_{cc} = 0,000074 * dap^{1,707348} * Ht^{1,16873} \quad (2)$$

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \quad (3)$$

$$S' = \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i-1)}{(N(N-1))} \quad (4)$$

$$QM = \frac{S}{n} \quad (5)$$

$$J' = \frac{H'}{H_{max}}, \text{ onde } H_{max} = \ln(S) \quad (6)$$

Em que:  $n_i$  = número de indivíduos amostrados para  $i$ -ésima espécie;  $N$  = número total de indivíduos amostrados;  $S$  = número total de espécies amostradas

### 3.2.2. Aporte de serrapilheira

O aporte de serrapilheira foi obtido a partir da instalação de coletores circulares (*litterfall*), com 75 cm de diâmetro. Os coletores foram confeccionados com armação plástica e forração de náilon com malha de 1mm, posicionados a 1,20 m de altura do solo com um tripé de bambu. Foram alocados três coletores em cada uma das unidades amostrais, distribuídos sistematicamente a uma distância de 10 m entre si e das bordas da unidade amostral. Inicialmente foram instalados 60 coletores, no entanto em razão de ocorrência de queimadas constantes e da presença de animais, os coletores presentes no estrato 7 foram desconsiderados. Dessa forma foram utilizados 39 coletores, distribuídos em 13 unidades amostrais.

As coletas da serrapilheira foram realizadas mensalmente durante um ano: de junho de 2021 a maio de 2022. O material coletado foi acondicionado em saco de papel devidamente identificado. O material foi pesado, e seco em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65 a 70 °C até atingir peso constante. A massa do material foi obtida utilizando balança de 0,01 g de precisão. Após ser seca, a serrapilheira foi separada nos diferentes componentes: folhas, material lenhoso, material reprodutivo e miscelânea, fragmentos de biomassa vegetal de difícil identificação, não pertencendo a nenhuma das outras frações. Obtendo-se a biomassa seca (g) para cada um dos componentes.

Os pesos da biomassa seca obtidos nos três coletores de cada unidade amostral foram utilizados para estimar a deposição mensal e total anual produzido o período de junho de 2021 a maio de 2022, e posteriormente foi obtido o resultado para área total. A produção de serrapilheira foi estimada segundo Sylvestres & Rosa (2022) (Equação 7):

$$PAS = (\sum PS * 10000) * AC \quad (7)$$

Em que:  $PAS$  = produção média anual de serrapilheira (Mg/ha/ano);  $PS$  = produção média mensal de serrapilheira (Mg/ha/mês); e  $Ac$  = área do coletor (m<sup>2</sup>)

### 3.2.3. Variáveis climáticas

As variáveis climáticas consideradas no estudo foram precipitação mensal acumulada (mm), umidade relativa (%), pressão atmosférica média (mB), temperatura média mensal, máxima e mínima (°C), velocidade média e máxima do vento (m/s). Os dados foram obtidos da Estação Meteorológica Automática, Ecologia Agrícola, do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET localizada a 3 km de distância da área de estudo. Todas as variáveis foram consideradas em uma periodicidade mensal, no período de junho de 2021 a maio de 2022.

### 3.3. Análise estatística

Foram obtidas as estatísticas descritivas: valores máximos, mínimos, média, desvio padrão e coeficiente de variação para as variáveis dendrométricas, o aporte de serrapilheira e suas frações, e as variáveis climáticas. Para as variáveis dendrométricas e o aporte também foram obtidos o erro padrão da média, o erro absoluto e o intervalo de confiança a 95% de probabilidade. Adicionalmente foi aplicado o Teste t de Student ( $\alpha = 0,05$ ) para amostras independentes com o objetivo de comparar a produção total de serrapilheira entre os diferentes meses. Foi utilizada a correlação de Pearson ( $\alpha = 0,05$ ) a fim de verificar a existência de possíveis correlações, e sua significância, entre os valores de produção média anual de serrapilheira das unidades amostrais e seus respectivos compartimentos, com variáveis dendrométricas, e os índices de diversidade e equabilidade. A mesma análise foi realizada para os dados de aporte mensal e variáveis climáticas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Variáveis dendrométricas, índices de diversidade e equabilidade

O maior volume total foi verificado na unidade amostral 05, que representa o estrato da Sumaúma, enquanto os menores valores foram verificados nas unidades amostrais do estrato misto, variando entre 11,99 e 19,95 m<sup>3</sup> (Tabela 2). A maior variação em torno da média foi verificada para o volume médio, indicando grande dispersão dos dados entre as unidades amostrais com relação a essa variável (Tabela 3).

**Tabela 2.** Estatística descritiva para variáveis dendrométricas das unidades amostrais instaladas na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

Estratos	UA	Média do DAP (cm)	Média da altura (m)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Média do volume (m <sup>3</sup> )	Soma do volume (m <sup>3</sup> )
1	1	21,98	8,13	73,55	0,31	26,00
2	2	21,25	7,02	127,70	0,26	35,92
3	3	18,47	8,77	62,12	0,31	26,98
5	4	11,95	7,88	39,14	0,10	15,88
4	5	21,46	7,59	118,88	0,65	70,65
5	6	16,20	7,69	73,43	0,23	24,45

5	7	16,22	7,12	65,52	0,20	21,40
5	15	15,79	8,84	49,21	0,17	17,01
5	16	14,93	7,71	60,18	0,19	19,95
5	17	13,39	6,86	34,89	0,12	11,99
6	18	16,15	7,12	68,16	0,20	27,35
6	19	16,65	7,06	58,39	0,15	15,64
6	20	34,07	7,68	181,34	1,04	58,50

Em que: D = Número de indivíduos por hectare;  $\overline{DAP}$  = média do diâmetro a altura do peito (cm);  $\overline{HT}$  = média da altura total (m); G = área basal (m<sup>2</sup>/ha);  $\overline{V}$  = média do volume (m<sup>3</sup>); Vt = volume total da unidade amostral (m<sup>3</sup>/UA).

**Tabela 3.** Estatísticas descritivas para variáveis dendrométricas na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil

Var. dend.	Mín	Máx	$\bar{x}$	S <sup>2</sup>	CV%	S <sub>x</sub>	E	IC-	IC+
$\overline{DAP}$	11,95	34,07	18,35	31,60	30,64	2,43	3,39	14,95	21,74
$\overline{HT}$	6,86	8,84	7,65	0,41	8,32	0,03	0,38	7,27	8,04
G	34,89	181,34	77,89	1.688,76	52,76	129,63	24,81	53,08	102,69
$\overline{V}$	0,10	1,04	0,30	0,07	87,02	0,01	0,16	0,14	0,46
VT	11,99	70,65	28,59	300,87	60,66	23,10	10,47	18,12	39,07

Em que:  $\overline{DAP}$  = média do diâmetro a altura do peito (cm);  $\overline{HT}$  = média da altura total (m); G = área basal (m<sup>2</sup>/ha);  $\overline{V}$  = média do volume (m<sup>3</sup>); Vt = volume total da unidade amostral (m<sup>3</sup>/UA); Mín = valor mínimo; Máx = valor máximo;  $\bar{x}$  = média; s = desvio padrão; CV% = coeficiente de variação em porcentagem; S<sub>x</sub> = erro padrão da média; E = erro absoluto; IC = intervalo de confiança.

As unidades amostrais 7 e 15 foram as que apresentaram maiores valores para o índice de Shannon (H'), e menores valores para Simpson (S) (Tabela 4). As unidades amostrais em questão estão inseridas no estrato 5, caracterizado como misto. Portanto, percebe-se que possivelmente existe uma influência da regeneração natural na chegada e permanência de novas espécies, aumentando o grau de diversidade nas áreas em que esse processo ocorre com maior facilidade e intensidade. O H' fornece a ideia do grau de incerteza em prever qual seria a espécie pertencente a um indivíduo da população, se retirado aleatoriamente logo quanto maior o valor do índice maior a diversidade florística da área de estudo (SCOLFORO; MELLO, 2006). Por outro lado, S fornece a ideia da probabilidade de se coletar aleatoriamente dois indivíduos da comunidade, e obrigatoriamente pertencerem a espécies diferentes, com isso valores próximos a 1 indicam menor diversidade (SCOLFORO; MELLO, 2006).

Em termos de equabilidade houve maior uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies na unidade amostral 3, a qual representa o estrato em que foram implantados indivíduos de Boleira (*Joannesia princeps* Vell.). Esse estrato tem suas bordas inseridas no estrato misto, o qual apresentou maiores índices de diversidade, portanto sua composição de espécies sofreu grandes influências em termos de avanço da regeneração natural.

**Tabela 4.** Número de espécies, famílias e índices de diversidade e equabilidade para as 13 unidades amostrais alocadas na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

Estrato	UA	n	N° sp	N° Famílias	H'	S	QM	Inv QM	J'
1	1	82	13	8	1,52	0,35	0,14	6,54	0,61
2	2	124	12	8	1,77	0,15	0,09	11,67	0,74
3	3	79	13	6	1,99	0,12	0,15	6,77	0,80
5	4	158	15	6	1,36	0,35	0,09	10,73	0,50
4	5	97	10	7	1,59	0,19	0,09	10,80	0,69
5	6	104	10	5	1,12	0,49	0,09	10,80	0,49
5	7	100	21	12	2,17	0,15	0,20	5,00	0,71
5	15	94	18	10	2,13	0,15	0,18	5,50	0,74
5	16	106	16	9	1,64	0,37	0,16	6,29	0,59
5	17	94	15	6	1,65	0,31	0,15	6,53	0,61
6	18	128	8	6	0,63	0,66	0,06	17,13	0,30
6	19	90	9	7	0,75	0,54	0,09	11,44	0,34
6	20	54	13	8	1,94	0,19	0,23	4,31	0,76
Média geral		101	13	8	1,56	0,31	0,13	8,73	0,61

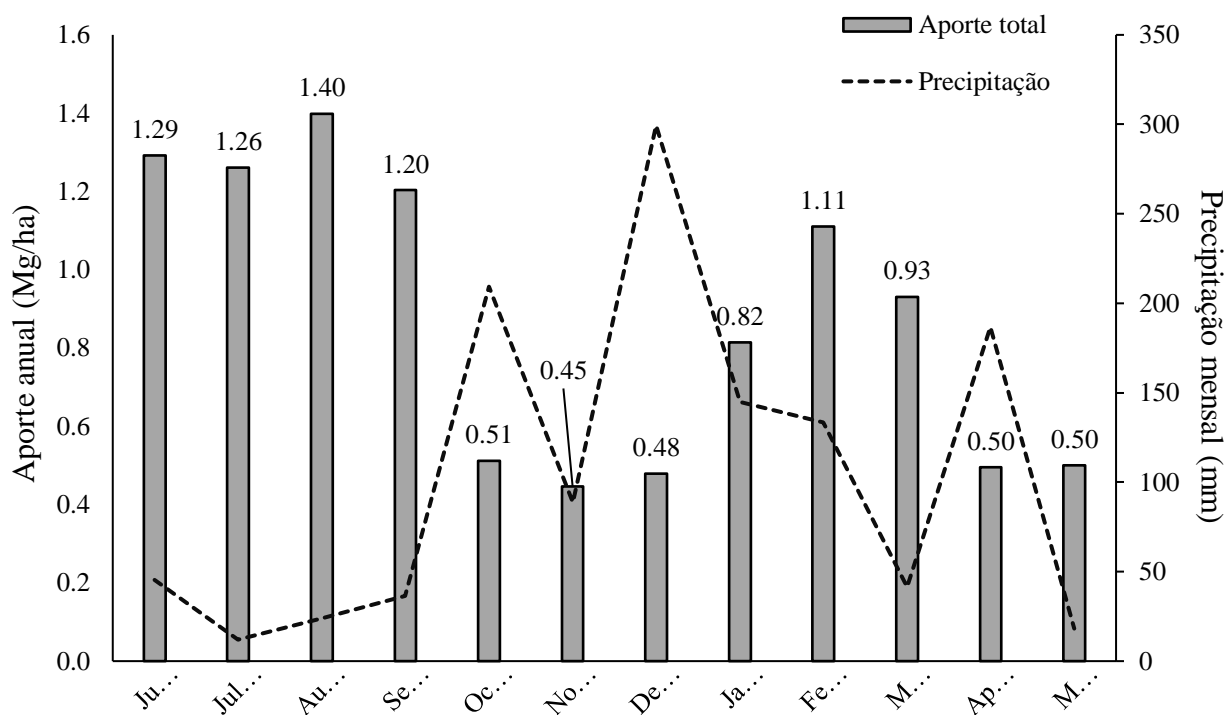
Em que: n = número de indivíduos; N° sp = número de espécies diferentes entre si; N° famílias = número de famílias botânicas diferentes entres si; H' = índice de diversidade de Shannon; S= índice de diversidade de Simpson; QM = quociente de mistura de Jentsch; Inv QM = inverso do quociente de mistura de Jentsch; J' = índice de equabilidade de Pielou.

#### 4.2. Dinâmica do aporte de serrapilheira

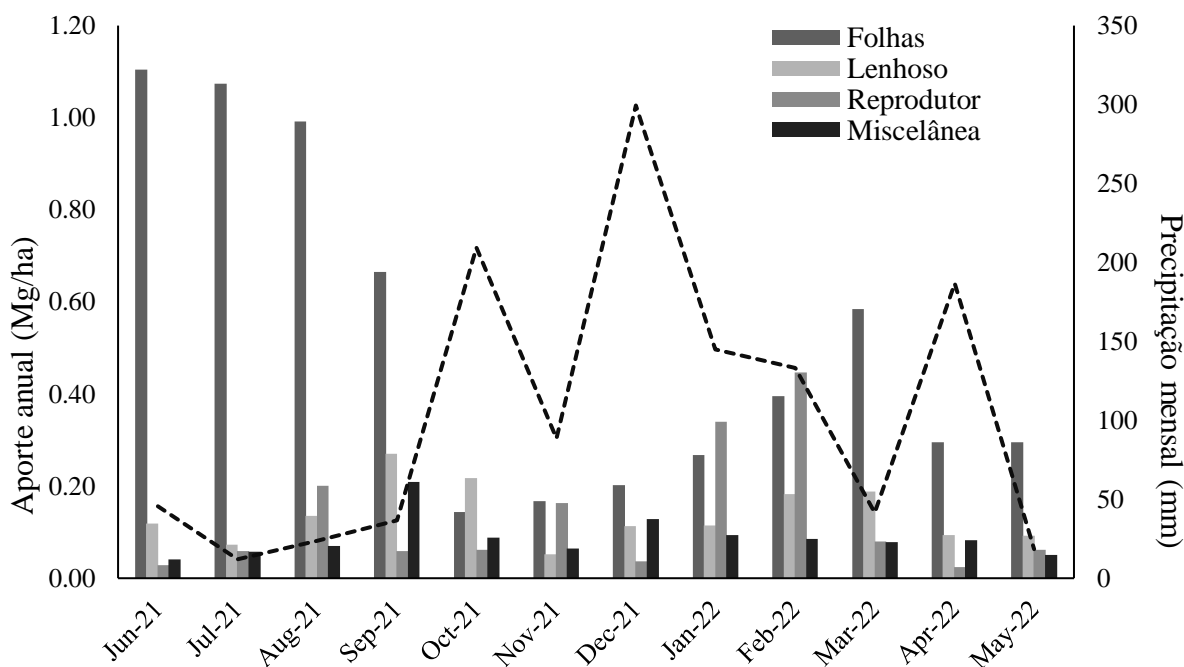
O aporte anual de serrapilheira na Floresta Nacional Mário Xavier foi de 10,44 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com aporte médio de 0,87 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> (Figura 2). A fração folha foi a de maior representatividade constituindo 59,20% do total do aporte médio anual, seguido por 15,81% de materiais lenhosos, 14,95% de materiais reprodutivos e 10,04% de miscelânea. No entanto, foi verificada uma redução drástica de aporte de folhas nos meses de maior precipitação, entre outubro, fevereiro, abril e maio com aporte girando em torno de 0,14 e 0,29 Mg ha<sup>-1</sup> (Figura 3). Cabe destacar que a participação da fração folha no aporte total foi superada por material lenhoso, no mês de outubro (Folhas: 0,14 Mg ha<sup>-1</sup>; Material lenhoso: 0,22 Mg ha<sup>-1</sup>) período em que foram verificadas as maiores velocidades máximas de vento.

Na mesma localidade, no ano de 2004 foi verificado uma produção anual de serrapilheira de 8,63 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para alguns estratos, sendo estes de floresta secundária, plantio de *Carapa guianensis* e plantio de *Mimosa caesalpiniaefolia* (FERNANDES et al., 2006). Os maiores aportes de serrapilheira foram verificados nos meses com maior déficit hídrico (junho a setembro; fevereiro e março) caracterizando uma distribuição sazonal, ocorrendo de forma irregular ao longo do ano. E percebe-se que a resposta fisiológica da vegetação não ocorre de forma simultânea as variações da precipitação, e seus efeitos se tornam perceptíveis nos meses posteriores as maiores variações. Nos períodos de maior precipitação o menor aporte pode ser explicado pelo fato das espécies estarem repondo suas copas, produzindo novas folhas.





**Figura 2.** Aporte mensal de serapilheira, coletada no período de junho/2021 a maio/2022, na Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.



**Figura 3.** Aporte mensal dos compartimentos de serapilheira, coletada no período de junho/2021 a maio/2022, na Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

Houve diferença significativa entre o aporte de serrapilheira entre os meses de estudo, de acordo com o Teste t ( $\alpha=0,05$ ), a diferença das médias ocorreu principalmente entre os meses

em que a precipitação e a temperatura apresentaram maior variação (Tabela 5). O mês de agosto de 2021 foi em que ocorreu o maior aporte de serrapilheira, com 1,40 Mg ha<sup>-1</sup>(Tabela 6). O coeficiente de variação apresentou valores elevados em diversos meses, demonstrando uma grande variação no aporte de serrapilheira entre as diferentes unidades amostrais ao longo do ano.

Considerando o aporte dos diferentes componentes de serrapilheira, foi verificado para os materiais reprodutivos o maior coeficiente de variação (Tabela 7). Tal resultado indica que a variação do aporte de materiais reprodutivos foi extremamente elevada em relação à média, refletindo a heterogeneidade do comportamento da reprodução das espécies presentes na área.

Em termo de aporte por unidade amostral o valor máximo ocorreu no mês de Junho na unidade amostral 05, a qual está contida no estrato 4 caracterizado por ser um antigo talhão de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) sendo de 3,46 Mg ha<sup>-1</sup>. A unidade amostral em questão continha ao menos 20 indivíduos da espécie, a qual teve grande influência no alto valor de aporte. A sumaúma é uma espécie nativa da bacia amazônica, e caracteriza-se por ser decídua com floração ocorrendo de agosto a setembro, com a árvore quase totalmente sem a sua folhagem (LORENZI, 2016). A antecipação de sua floração pode ter relação com as características climáticas da região sudeste em comparação com a região norte, influenciando no comportamento fenológico da espécie, a qual perdeu suas folhas antes do período esperado caso estivesse em seu ambiente natural. Além disso, no mês de junho foi observado em campo uma espécie de Lepidóptero, em fase larval, o qual apresentou comportamento de herbivoria se alimentando das folhas, principalmente de sumaúma.

**Tabela 5.** Resultado do Teste de t de Student para comparação de amostras independentes, considerando a produção média mensal de serrapilheira (Mg/ha) na Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica, Rio de Janeiro.

Meses	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai
jun	0,892	0,691	0,698	0,003*	0,001*	0,002*	0,052	0,497	0,159	0,002*	0,002*
jul		0,51	0,699	0,000*	0,000*	0,000*	0,009*	0,461	0,083	0,000*	0,000*
ago			0,361	0,000*	0,000*	0,000*	0,012*	0,258	0,056	0,000*	0,000*
set				0,000*	0,000*	0,000*	0,026*	0,661	0,161	0,000*	0,000*
out					0,582	0,796	0,07*	0,008*	0,034*	0,891	0,924
nov						0,692	0,012*	0,002*	0,009*	0,559	0,523
dez							0,024*	0,004*	0,015*	0,869	0,827
jan								0,173	0,555	0,03*	0,033*
fev									0,440	0,005*	0,005*
mar										0,017*	0,019*
abr											0,956

Em que: \* = rejeição da hipótese de que as amostras são estatisticamente iguais pelo Teste t ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabela 6.** Estatística descritiva para os valores de produção mensal de serrapilheira na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

Mês	Mín	Máx	$\bar{x}$	S <sup>2</sup>	CV%	S <sub>x</sub>	E	IC-	IC+
Junho	0,51	3,46	1,29	0,50	54,91	0,20	0,43	0,86	1,72
Julho	0,59	1,80	1,26	0,13	28,65	0,10	0,22	1,04	1,48
Agosto	0,78	3,19	1,40	0,41	45,60	0,18	0,38	1,01	1,78
Setembro	0,48	1,97	1,20	0,16	33,44	0,11	0,24	0,96	1,45
Outubro	0,12	1,46	0,51	0,15	74,71	0,11	0,23	0,28	0,74
Novembro	0,22	0,74	0,45	0,03	41,59	0,05	0,11	0,33	0,56
Dezembro	0,24	1,10	0,48	0,06	49,47	0,07	0,14	0,34	0,62
Janeiro	0,36	1,72	0,82	0,18	52,70	0,12	0,26	0,56	1,07
Fevereiro	0,43	2,79	1,11	0,39	56,16	0,17	0,38	0,73	1,49
Março	0,37	2,03	0,93	0,30	58,58	0,15	0,33	0,60	1,26
Abril	0,18	1,06	0,50	0,05	49,96	0,06	0,14	0,35	0,64
Maio	0,21	1,00	0,50	0,06	47,24	0,07	0,14	0,36	0,64

Em que: Mín = valor mínimo; Máx = valor máximo;  $\bar{x}$  = média;  $s$  = desvio padrão; CV% = coeficiente de variação em porcentagem; S<sub>x</sub> = erro padrão da média; E = erro absoluto; IC = intervalo de confiança.

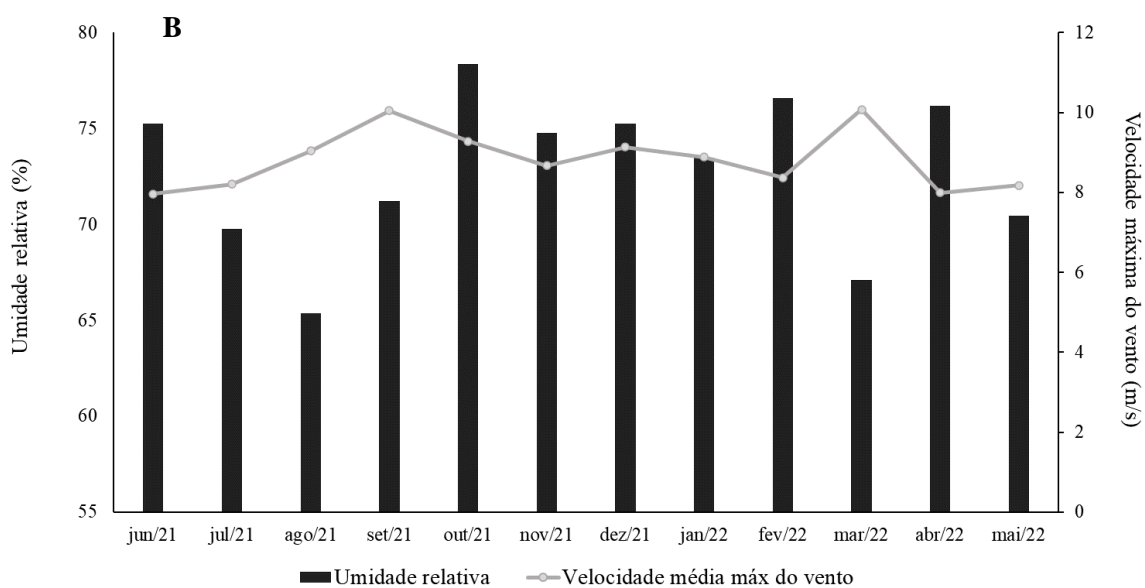
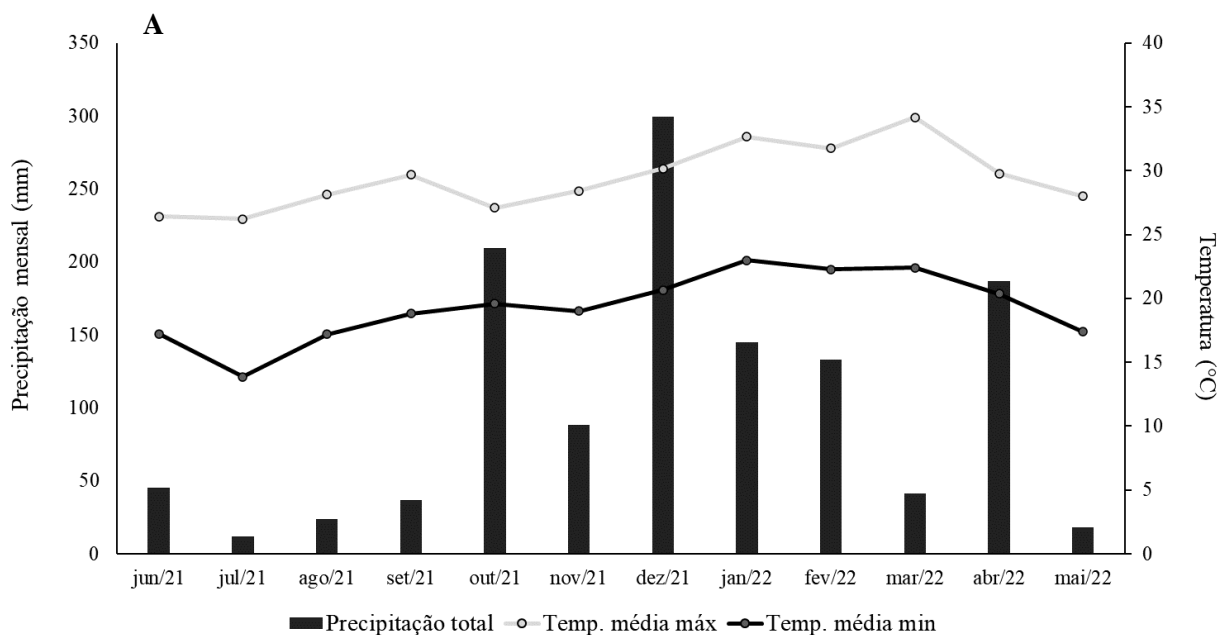
**Tabela 7.** Estatística descritiva e teste de normalidade de Anderson-Darling ( $\alpha=0,05$ ), para os valores de produção média de serrapilheira total, por compartimentos e mensal na Floresta Nacional Mário Xavier, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

Compart.	Serrapilheira Mg ha <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup>									
	Mín	Máx	$\bar{x}$	S <sup>2</sup>	CV%	S <sub>x</sub>	E	IC-	IC+	p
Folhas	0,14	1,10	0,52	0,131	70,30	0,10	0,22	0,30	0,73	0,037*
M. lenhoso	0,05	0,27	0,14	0,004	46,84	0,02	0,04	0,10	0,18	0,313
Reprodutivo	0,02	0,45	0,13	0,018	104,42	0,04	0,08	0,05	0,21	0,005*
Miscelânea	0,04	0,21	0,09	0,002	50,86	0,01	0,03	0,06	0,11	0,012*
Total	0,45	1,40	0,87	0,138	42,75	0,10	0,22	0,65	1,10	0,046*

Em que: Mín = valor mínimo; Máx = valor máximo;  $\bar{x}$  = média;  $s$  = desvio padrão; CV% = coeficiente de variação em porcentagem; S<sub>x</sub> = erro padrão da média; E = erro absoluto; IC = intervalo de confiança.

### 4.3. Variáveis climáticas

Durante o período do estudo a temperatura média anual foi de 23,36°C, precipitação média anual de 1.239,5 mm, velocidade máxima do vento de 8,82 m/s e umidade relativa média anual de 72,81% (Figura 4 a e b). A variável climática com maior variação ao longo dos meses foi a precipitação média mensal. As outras variáveis analisadas apresentaram coeficiente de variação inferior a 14% (Tabela 7). O maior pico de precipitação ocorreu no mês de dezembro de 2021, atingindo cerca de 300 mm. Cabe destacar a ocorrência das maiores velocidades de vento nos meses de setembro de 2021 e março de 2022, chegando aos 10 m/s.

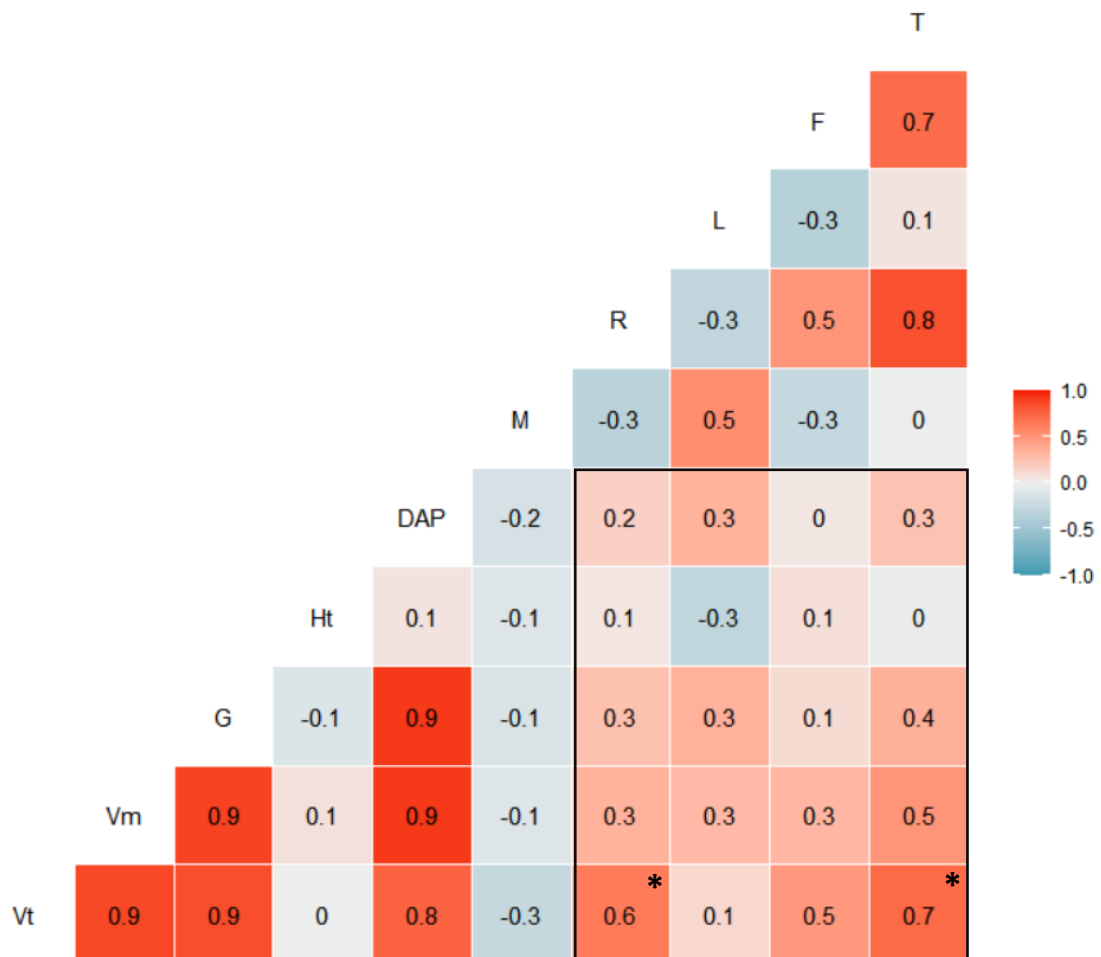


**Figura 4.** Temperatura mensal média mínima e máxima e precipitação acumulada (**A**), velocidade média máxima do vento e umidade relativa (**B**) obtidas na estação meteorológica automática Ecologia Agrícola, próxima a Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

## 4.4. Correlação de Pearson

### 4.4.1. Aporte de serrapilheira e variáveis dendrométricas

O aporte total de serrapilheira e o volume total apresentou correlação significativa e positiva com valor de 0,7 (Figura 5). O volume total se comportou de forma semelhante com relação ao aporte de materiais reprodutivos, com pequena diferença na intensidade de correlação. Não houve correlação significativa entre o aporte total e suas frações, e as outras variáveis dendrométricas estudadas, e os valores do índice de correlação variaram entre -0,3 e 0,5. Existem poucos estudos que avaliam a relação entre o aporte de serrapilheira e variáveis que representam a estrutura da floresta. Dentre esses, foi verificada uma relação positiva entre produção de serrapilheira total a área basal, e a densidade de indivíduos na parcela para uma Floresta Estacional Semidecidual em Minas Gerais (PINTO et al., 2008).



**Figura 5.** Valores da correlação de Pearson ( $\alpha=0,05$ ) entre o aporte de serrapilheira total e variáveis dendrométricas. \*correlação de Pearson significativa ( $\alpha=0,05$ ).

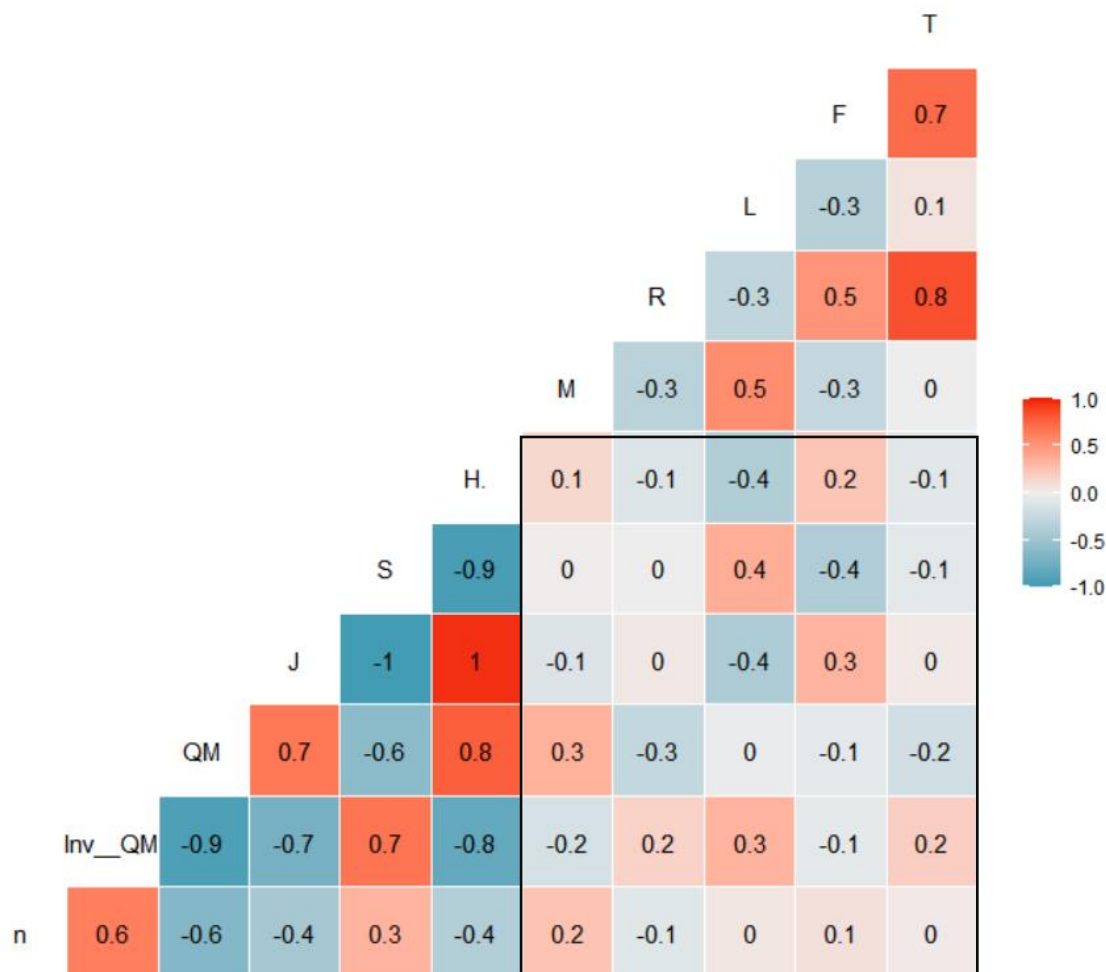
Em que: T = aporte total de serrapilheira; F = aporte de folhas; L = aporte de material lenhoso; R = aporte de material reprodutivo; M = aporte de miscelânea; DAP = média do diâmetro a altura do peito; Ht = média da altura total; G = área basal; Vm = volume médio da unidade amostral; Vt = volume total da unidade amostral \*correlação de Pearson significativa ( $\alpha=0,05$ ).

A correlação entre o volume total da unidade amostral e a produção total de serrapilheira, assim como a fração de material reprodutivo, pode explicada por dois fatores relacionados a condições específicas da FLONA Mário Xavier. O primeiro deles é o grande número de indivíduos de Arco de Pipa (*Erythroxylum pulchrum* A. St. -Hill), presente em todas as unidades amostrais, e representa sozinha 20% do volume total da área. Além disso, a espécie produz grande quantidade de sementes, rapidamente disseminadas por pássaros (LORENZI, 2016). Outro fator relevante foi o alto valor de volume de madeira na unidade amostral 5, a qual consiste em um antigo talhão de Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn).

#### **4.4.2. Aporte de serrapilheira e índices de diversidade e equabilidade**

Não houve correlação significativa entre o aporte de serrapilheira e os índices de diversidade e de equabilidade. Tanto para as diferentes frações quanto para o aporte total, as correlações foram inferiores a 0,5 e -0,5 (Figura 6). O resultado em questão está relacionado com o estágio de sucessão secundária ainda incipiente em algumas áreas, somado a influência antrópica na FLONA Mário Xavier representando uma floresta secundária cuja composição de espécies não seguiu unicamente e prioritariamente por processos naturais, influenciado na dinâmica da produção de serrapilheira e possivelmente na ciclagem de nutrientes. Portanto para área em questão, outros fatores que descrevem a estrutura da floresta ou, aqueles inerentes a característica de deciduidade das espécies consigam explicar com maior eficiência o aporte de serrapilheira.

Um fator relevante a ser discutido é o elevado número de indivíduos de Arco de Pipa (*Erythroxylum pulchrum* A. St. -Hill) presente em todas as unidades amostrais. A espécie é caracterizada como secundária, semidecídua com padrão de distribuição irregular e descontínuo (LORENZI, 2016). Na área de estudo a espécie se distribui de forma concentrada e contínua. Estudos de avaliação da regeneração natural devem ser realizados de forma a verificar o efeito da possível superdominância dessa espécie com relação a um atraso ou inviabilidade da regeneração natural.



**Figura 6.** Correlação de Pearson ( $\alpha=0,05$ ) entre o aporte de serrapilheira total e suas frações, e os índices de diversidade e equabilidade.

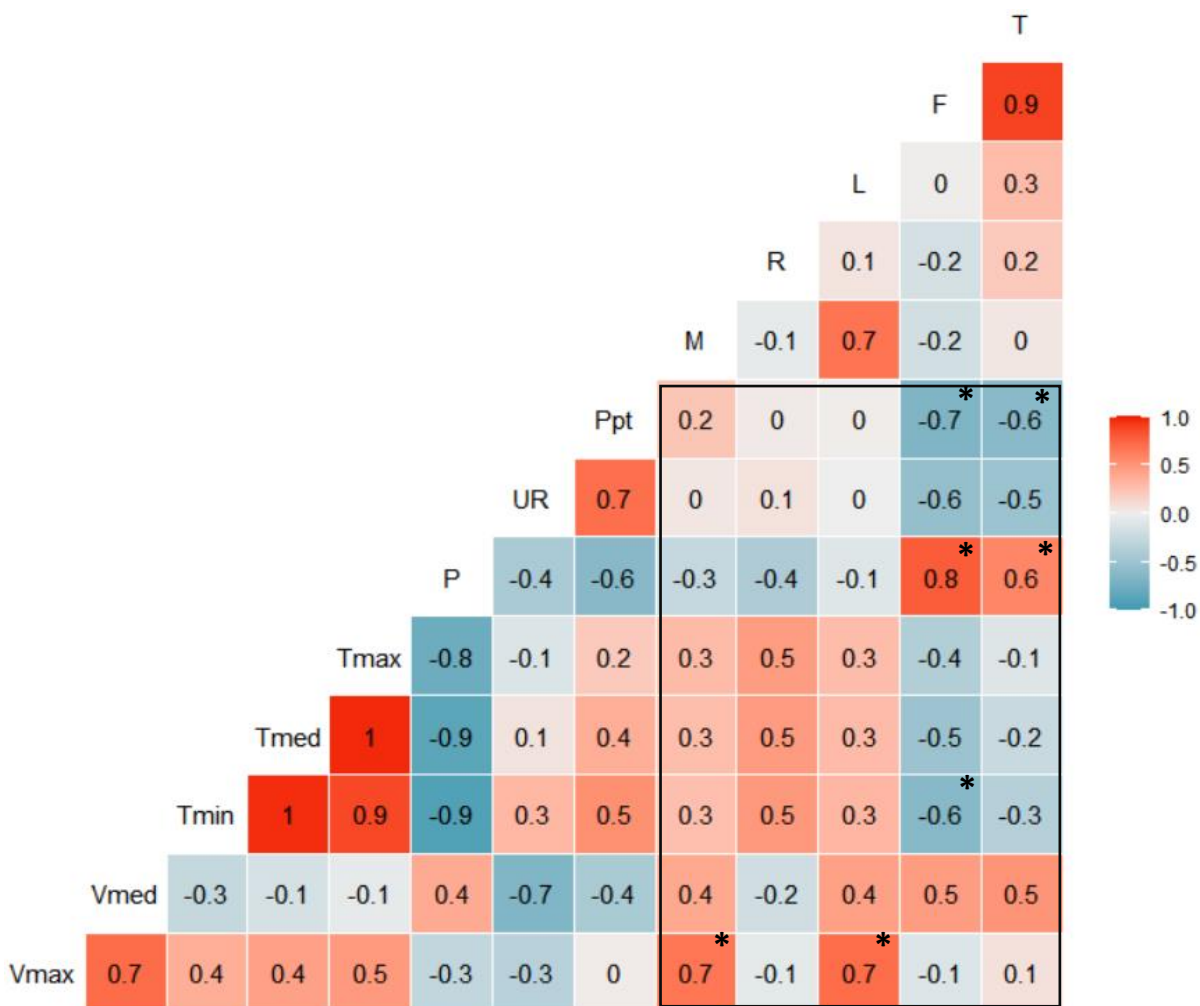
Em que: Tm = aporte total de serrapilheira; F = aporte de folhas; L = aporte de material lenhoso; R = aporte de material reprodutivo; M = aporte de miscelânea; H = índice de diversidade de Shannon; S = índice de diversidade de Simpson; J = índice de equabilidade de Pielou; QM = quociente de mistura de Jentsch; Inv\_QM = inverso do quociente de mistura de Jentsch; n = número de indivíduos. \*correlação de Pearson significativa ( $\alpha=0,05$ ).

#### 4.4.3. Aporte de serrapilheira e variáveis climáticas

Foi verificada correlação significativa de mesma intensidade, mas de direções opostas, entre o aporte total de serrapilheira com a precipitação e a pressão atmosférica (Figura 7). Em escala macro a pressão atmosférica tem efeito sobre a formação de frentes influenciando sobre a formação de chuvas, uma persistente área de alta pressão atmosférica tem sido relacionada a ocorrência de secas entre 2013 e 2015 (MARINI, 2018).

Dentre os componentes da serrapilheira, folha, galho e miscelânea apresentaram correlações significativas. A fração folhas correlacionou-se inversamente com a precipitação e a temperatura média mínima, e diretamente com a velocidade média máxima do vento e pressão

atmosférica. Houve correlação positiva entre o aporte de material lenhoso e miscelânea a com a velocidade média máxima do vento. Acredita-se que a interação sinérgica entre baixa disponibilidade hídrica, menor precipitação, e temperaturas mínimas durante o inverno influam fortemente para as correlações verificadas (SIQUEIRA et al., 2016).



**Figura 7.** Correlação de Pearson ( $\alpha=0,05$ ) entre o aporte de serrapilheira total e suas frações, e as variáveis climáticas. \*correlação de Pearson significativa ( $\alpha=0,05$ ).

Em que: Tm = aporte total de serrapilheira; F = aporte de folhas; L = aporte de material lenhoso; R = aporte de material reprodutivo; M = aporte de miscelânea; Ppt = precipitação média; UR = umidade relativa; P = pressão atmosférica; Tmax = temperatura média máxima; Tmed = temperatura média, Tmin = temperatura média mínima, Vmed = velocidade média do vento e Vmax = velocidade média máxima do vento.



## 5. CONCLUSÃO

O aporte de serrapilheira tem correlações significativas com as variáveis climáticas e variáveis dendrométricas. As variáveis climáticas com correlação significativa e direta foram pressão e velocidade máxima do vento, enquanto precipitação e temperatura mínima apresentaram correlação significativa e inversa. O volume total da unidade amostral foi a única variável dendrométrica com efeito significativo sob o aporte. Não houve correlação significativa entre o aporte de serrapilheira e os índices de diversidade e equabilidade. O aporte de serrapilheira na FLONA Mário Xavier segue padrão sazonal durante o ano, estando concentrado em meses de menor precipitação, sendo a fração folha a mais representativa em comparação com as outras.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, J. M. et al. Aporte de serrapilheira em plantio de recomposição florestal em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 1–11, 2015.
- ALVES, A. G.; VARGAS, K. B. Espacialização fitofisionômica de espécies arbóreas da Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica - RJ. **Revista Continentes**, v. 8, n. 15, p. 28–55, 2019.
- ARAÚJO, R. S. DE et al. Aporte de serrapilheira e nutrientes ao solo em três modelos de revegetação na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 15–21, 2005.
- BARBOSA, J. H. C.; FARIA, S. M. DE. Aporte de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 461–476, 2006.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. 2000.
- CAMARA, R. et al. Relação entre sucessão secundária, solo e serrapilheira em uma Reserva Biológica no estado do Rio De Janeiro, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 674–686, 2018.
- CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; JESUS, AJS. Effect of seasonal flooding cycle on litterfall production in alluvial rainforest on the middle Xingu River (Amazon basin, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3 suppl 1, p. 250–256, ago. 2015.
- CORREIA, G. G. DE S. et al. Estoque de serrapilheira em floresta em restauração e em floresta atlântica de tabuleiro no sudeste brasileiro. **Revista Árvore**, v. 40, n. 1, p. 13–20, 2015.
- ERFANI, M. et al. Modeling of forest soil and litter health using disturbance and landscape heterogeneity indicators in northern Iran. **Journal of Mountain Science**, v. 14, n. 9, p. 1801–1813, 7 set. 2017.
- FERNANDES, M. M. et al. Aporte e decomposição de serrapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na FLONA Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 163–175, 2006.

- FERREIRA, M. L. et al. Litter Fall Production and Decomposition in a Fragment of Secondary Atlantic Forest of São Paulo, SP, Southeastern, Brazil. **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 591–600, 2014.
- 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, n. 1, p. 11–18, 2003.
- GOMES, J. M. et al. Aporte de serrapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 383–391, 2010.
- GUO, Y. et al. Predominance of abiotic drivers in the relationship between species diversity and litterfall production in a tropical karst seasonal rainforest. **Forest Ecology and Management**, v. 449, 1 out. 2019.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras - Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 2. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2016. v. 3
- MACHADO, M. R.; RODRIGUES, F. C. M. P.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 143–151, 2008.
- MARINI, S. S. **Crise hídrica e o regime de chuvas na região sudeste: a seca de 2013 - 2015**. [s.l: s.n.].
- MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; VUONO, Y. S. DE. Serapilheira e conteúdo de nutrientes de serapilheira em duas florestas tropicais brasileiras. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 1, p. 9–16, 1999.
- MOREIRA, F. L. et al. Serapilheira e atributos edáficos na avaliação de técnicas de restauração florestal. **Silvicultura e Manejo Florestal: Técnicas de Utilização e Conservação da Natureza**, v. 1, p. 357–369, 2021.
- PINTO, S. I. DO C. et al. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 545–556, 2008.
- PORTELA, R. D. C. Q.; DOS SANTOS, F. A. M. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 271–280, 2007.
- RODRIGUES, J. I. DE M. et al. Aporte e estoque de serapilheira no Brasil: uma análise bibliométrica da produção científica de 2008 a 2019. **Scientia Plena**, v. 17, n. 6, p. 1–19, 2021.
- SANTANA, O. A. et al. Produção de serapilheira em floresta de galeria e floresta masofítica na Dolina da Garapa, Distrito Federal, Brasil. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 585–596, 2010.
- SANTOS, S. L. DOS; VÁLIO, I. F. M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a Southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasil Botânica**, v. 25, n. 1, p. 89–92, 2002.
- SANTOS, L. A. F.; LIMA, J. P. C. Potencial de uso público da Floresta Nacional Máximo Xavier em Seropédica, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 23–37, 1999.

- SANTOS NETO, A. P. et al. Produção de serapilheira em floresta estacional semidecidual e em plantios de *Pterogyne nitens* Tul. e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 633–643, 2015.
- SCHUMACHER, M. V. et al. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande -RS. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 29–37, 2004.
- SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M. DE. **Inventário Florestal**. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2006.
- SILVA, W. B. DA 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.
- SILVER, W. L.; HALL, S. J.; GONZÁLEZ, G. Differential effects of canopy trimming and litter deposition on litterfall and nutrient dynamics in a wet subtropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 332, p. 47–55, nov. 2014.
- SIQUEIRA, T. M. et al. Influências climáticas na produção de serapilheira em um cerradão em Prata – MG. **Biotemas**, v. 29, n. 2, p. 7–15, 2016.
- SOUZA, M. C. S. DE et al. Funcionalidade ecológica de sistemas agroflorestais biodiversos: uso da serapilheira como indicador da recuperação de áreas de preservação permanente. **Floresta**, v. 46, n. 1, p. 75–82, 2015.
- SOUZA, R. L. N. DE. **Restauração da mata atlântica: potencialidades, fragilidades e os conflitos ambientais na Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica/RJ**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, ago. 2017.
- SOUZA, T. R. R. S. DE; VARGAS, K. B. **Flona Mário Xavier: entre histórias e memórias**. Seropédica: Programa de Extensão Guarda Compartilhada Flona Mário Xavier, 2020.
- SYLVESTRES, L. A.; ROSA, M. M. T. **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica: Edur - UFRRJ, 2022.
- VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V. Variação mensal da deposição de serapilheira em povoamento de *Pinus taeda* L. em área de campo nativo em Cambará do Sul - RS. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 487–494, 2010.
- VILLA, E. B. et al. Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 90–99, 2016.
- VOGEL, H. L. M. et al. Avaliação da devolução de serapilheira em uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 3, p. 187–196, 2007.