

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção**  
**Agrícola Familiar**



Dissertação

**Aporte e decomposição de serapilheira em sistema agroflorestal na  
encosta da serra do sudeste.**

**Marcos Jardel Matias Soares**

Pelotas, 2025

**Marcos Jardel Matias Soares**

**Aporte e decomposição de serapilheira em sistema agroflorestal na encosta da serra do sudeste.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup>: Ernestino de Souza Gomes Guarino

Pelotas, 2025

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação da Publicação

S676a Soares, Marcos Jardel Matias

Aporte e decomposição de serapilheira em sistema agroflorestal na encosta da serra do sudeste [recurso eletrônico] / Marcos Jardel Matias Soares ; Ernestino de Souza Gomes Guarino, orientador. — Pelotas, 2025.  
63 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Sistema de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2025.

1. Agricultura conservacionista. 2. Ciclagem de nutrientes. 3. Conservação do solo. 4. Espécies nativas. 5. Sustentabilidade. I. Guarino, Ernestino de Souza Gomes, orient. II. Título.

**Marcos Jardel Matias Soares**

**Aporte e decomposição de serapilheira em sistema agroflorestal na  
encosta da serra do sudeste**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 21/02/2025

Banca examinadora:

Prof. Drº. Ernestino de Souza Gomes Guarino (Orientador)

Doutor em: Botânica, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010)

Prof. Dra. Aline Ritter Curti

Doutor em: Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Santa Maria (2014)

Prof. Dra. Mariana Rockembach de Ávila

Doutor em: Zootecnia, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2017)

Prof. Drº. Adalberto Koiti Miura

Doutor em: Sensoriamento Remoto, pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (2012)

Dedico esta dissertação a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que tudo ocorresse dentro da normalidade. Não foram momentos fáceis, mas superamos cada um deles, a cada um de vocês meu muito obrigado.

## **Agradecimentos**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado a oportunidade e saúde para poder estar aqui neste momento, podendo desta forma a realizar este sonho profissional.

Aos meus pais seu Elizeu Borba Soares (in memória) e dona Jurema Matias Soares, que mesmo não sendo alfabetizados, ensinaram a mim e meus irmão o melhor caminho a seguir, incentivando-nos a ir pra escola e estudar, mesmo necessitando de nossa colaboração nas atividades de campo diárias. Meus irmãos (ãs), que me apoiaram e auxiliaram nesta trajetória de vida, principalmente durante o período da graduação e conseqüentemente na pós.

A minha esposa e companheira Maraiza, que está ao meu lado neste momento tão importante sempre me auxiliando e contribuindo, da melhor forma possível para que tudo dê certo.

Agradecer ao meu orientador Drº. Ernestino, que abraçou a idéia do projeto, me auxiliando dentro do possível em tudo que foi necessário serei eternamente grato pela parceria e disposição.

Aos colegas que estão na graduação, mestrado e doutorado que meu auxiliaram no trabalho de campo, na correria de montar e buscar as coletas.

Agradecer infinitamente ao Sr. Nilo Schiavon e seus familiares por ter disponibilizado o espaço em sua propriedade para que pudéssemos desenvolver nosso projeto a campo, além de muito aprendizado a cada visita.

A estação experimental cascata (Embrapa Clima Temperado), que disponibilizou materiais, estufa, laboratório, transporte para irmos até a propriedade, e desta forma o trabalho de campo pudesse ser realizado nos períodos previstos. Também agradecer a cada um dos técnicos de campo desta mesma instituição que nos acompanharam nesta jornada, nos auxiliando quando necessário, meu muito obrigado.

A Universidade Federal de Federal de Pelotas pela minha formação e ao programa de Pós Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar (PPGSPAF), pela oportunidade de desenvolver este projeto em busca de alternativas sustentáveis para as pequenas propriedades. A Capes pelo fomento da bolsa que é muito importante para que possamos trabalhar em prol da pesquisa.

*“A esperança é uma arma poderosa e nenhum poder no mundo pode privar-te dela”.*

*-Nelson Mandela.*

*“Suba o primeiro degrau com fé. Afinal não é necessário que veja toda a escada, o importante é que você dê o primeiro passo”.*

*- Martin Luther King.*

## Resumo

SOARES, Marcos Jardel Matias. Título: **Aporte e decomposição de serapilheira em sistema agroflorestal na encosta da serra do sudeste**. Orientador: Ernestino de Souza Gomes Guarino. 2025. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2025.

A agricultura intensivista, de modo geral, é uma das responsáveis pelo desmatamento sem controle, em busca de maiores áreas para plantio, como objetivo de maior produção. É neste momento que a agricultura mais conservacionista, que já era praticada por povos ancestrais, mas com os métodos atualizados, promovem a proteção destes ambientes, sendo tão importante, evitando que as espécies, especialmente as endêmicas, possam ser multiplicadas e não sejam levadas à extinção. Este trabalho teve por objetivo acompanhar o aporte de serapilheira e a decomposição de três espécies florestais. O estudo foi realizado na propriedade agroecológica Schiavon, localizada no município de Pelotas-RS. Foram estabelecidas quatro áreas para coleta de dados do aporte de serapilheira, sendo dois sistemas agroflorestais (SAFs), (um de 10 e outro de 5 anos), uma mata nativa (MN) e um pomar de citros orgânico (PC) (com 24 anos). Os mesmos quatro ambientes foram usados para a análise da decomposição utilizando duas espécies nativas do Brasil *Schinus terebinthifolia* e *Enterolobium contortisiliquum* e outra exótica *Acacia mearnsii*, todas utilizadas em sistemas agroflorestais na região do estudo, pelo período de um ano. O sistema que mais aportou serapilheira ao longo do ano de estudos foi o SAF 1, com  $30,20 \pm 0,408$  Mg/ha-1, seguido pela MN com  $20,20 \pm 0,393$  Mg/ha-1, SAF 2 com  $10,61 \pm 0,204$  Mg/ha-1 e por último o PC  $3,53 \pm 0,069$  Mg/ha-1. Na decomposição a *Enterolobium contortisiliquum* foi a que obteve a maior taxa média  $54,3 \pm 1,33\%$ , seguida pela *Schinus terebinthifolia* com  $52,9 \pm 1,34\%$  e por fim a *Acacia mearnsii* com  $39,22 \pm 1,32\%$ .

**Palavras-chave:** Agricultura conservacionista, Ciclagem de nutrientes, Conservação do solo, Espécies nativas, Sustentabilidade.

## Abstract

SOARES, Marcos Jardel Matias. Title: **Litter input and decomposition in an agroforestry system on slopes of the South eastern mountains**. Advisor: Ernestino de Souza Gomes Guarino. 2025. Dissertation (Masters in Agronomy). Postgraduate Program in Family Agricultural Production Systems, Agronomy College Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2025.

Intensive agriculture, in general, is one of the causes of uncontrolled deforestation, in search of larger areas for planting, with the aim of greater production. It is at this time that more conservationist agriculture, which was already practiced by ancestral peoples, but with updated methods, promotes the protection of these environments, which is so important, preventing species, especially endemic ones, from multiplying and being driven to extinction. This study aimed to monitor the contribution of litter and the decomposition of three forest species. The study was carried out on the Schiavon agroecological property, located in the municipality of Pelotas-RS. Four areas were established for collecting data on litter contribution, two agroforestry systems (SAFs) (one 10 and the other 5 years old), a native forest (MN) and an organic citrus orchard (PC) (24 years old). The same four environments were used for the analysis of decomposition using two native Brazilian species *Schinus terebinthifolia* and *Enterolobium contortisiliquum* and another exotic *Acacia mearnsii*, all used in agroforestry systems in the study region, for a period of one year. The system that contributed the most litter throughout the year of study was SAF 1, with  $30.20 \pm 0.408$  Mg/ha-1, followed by MN with  $20.20 \pm 0.393$  Mg/ha-1, SAF 2 with  $10.61 \pm 0.204$  Mg/ha-1 and finally PC  $3.53 \pm 0.069$  Mg/ha-1. In decomposition, *Enterolobium contortisiliquum* obtained the highest average rate  $54.3 \pm 1.33\%$ , followed by *Schinus terebinthifolia* with  $52.9 \pm 1.34\%$  and finally *Acacia mearnsii* with  $39.22 \pm 1.32\%$ .

**Keywords:** Conservation agriculture, Nutrient cycling, Soil conservation, Native species, Sustainability.

## Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Imagem da localização da propriedade agroecológica Schiavon no município de Pelotas-RS onde o estudo foi realizado no ano de 2023/2024 .....   | 22 |
| Figura 2: Moldura de PVC, pensada e montada pelo autor para ser utilizada nas coletas da serapilheira nos pontos demarcados previamente.....   | 24 |
| Figura 3: Representação esquemática da distribuição dos pontos de coletas de serapilheira nos diferentes ambientes de estudo: (A) SAF 1, (B) Pomar de citros, (C) Mata nativa e (D) SAF 2.....   | 25 |
| Figura 4: Demonstrativo da separação realizada pelo autor da serapilheira coletada na propriedade agroecológica Schiavon: (A) Folhas, (B) Galhos e (C) Miscelânea..  | 26 |
| Figura 5: Litter bag de nylon para o material seco das espécies <i>Schinus terebinthifolia</i> e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (A) também o Litter bag de voal para <i>Acacia mearnsii</i> (B) .....  | 28 |
| Figura 6: Gráficos contendo tudo que aportou em Mg/ha <sup>-1</sup> de serapilheira ao longo do ano em (A), tudo de folhas de cada ambiente (B), tudo de galhos (C) e tudo de miscelânea (D) .....   | 31 |
| Figura 7: Gráfico de análise circular com as médias totais de cada ambiente e as estações de maiores acúmulos de serapilheira (Rosa = Inverno, Azul = Primavera, Roxo = verão, Verde = outono) .....   | 32 |
| Figura 8: Gráfico de análise circular com as médias mensais das folhas de cada ambiente e as estações de maiores acúmulos de serapilheira (Rosa = Inverno, Azul = Primavera, Roxo = verão, Verde = outono).....  | 33 |
| Figura 9: Gráfico de análise circular com as médias mensais da miscelânea de cada ambiente e as estações de maiores acúmulos de serapilheira (Rosa = Inverno, Azul = Primavera, Roxo = verão, Verde = outono).....   | 34 |
| Figura 10: Gráfico de análise circular com as médias mensais dos galhos de cada ambiente e as estações de maiores acúmulos de serapilheira (Rosa = Inverno, Azul = Primavera, Roxo = verão, Verde = outono).....   | 35 |
| Figura 11: Gráfico apresentando a perda final por espécie (%) da decomposição <i>Acacia mearnsii</i> , <i>Schinus terebinthifolia</i> e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> , em diferentes sistemas de produção na propriedade Schiavon no município de Pelotas-RS, no período de junho de 2023 a maio de 2024 ..... | 36 |
| Figura 12: Gráfico apresentando a decomposição (%), dos diferentes sistemas de produção na propriedade Schiavon no município de Pelotas- RS, no período de junho de 2023 a maio de 2024 .....  | 37 |
| Figura 13: Gráfico da análise de regressão realizada para a <i>Schinus terebinthifolia</i> , representando a quantidade aproximada em dias para a decomposição das folhas e pecíolos adicionados nos Litter bags .....   | 38 |
| Figura 14: Gráfico da análise de regressão realizada para a <i>Enterolobium contortisiliquum</i> , representando a quantidade aproximada em dias para a decomposição das folhas e pecíolos adicionados nos Litter bags .....   | 38 |
| Figura 15: Gráfico da análise de regressão realizada para a <i>Acacia mearnsii</i> , representando a quantidade aproximada em dias para a decomposição das folhas e pecíolos adicionados nos Litter bags .....   | 39 |
| Figura 16: Manejo no SAF de 5 anos, sendo preparo para semeadura de feijão miúdo nas entrelinhas em dezembro de 2024, (A) Roçada com trator, (B) Área após o manejo, (C) Escarificação de uma linha para semeadura.....  | 44 |
| Figura 17: Litter bags que foram levados a campo após 90 e dias no SAF 2 (A), aos 180 dias no PC (B), no SAF 2 (D) e aos 260 dias no SAF 1 (C) .....   | 46 |

## Lista de tabelas

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1: Composição dos macros e micronutrientes das três espécies estudadas e da serapilheira dos quatro ambientes envolvidos no estudo ..... | 39 |
| Tabela 2: Análise química realizada no solo dos diferentes locais envolvidos no estudo na propriedade Schiavon realizada em julho de 2023 ..... | 40 |
| Tabela 3: Sequência da análise química do solo .....  | 41 |
| Tabela 4: Sequência da análise química do solo .....  | 41 |
| Tabela 5: Apresentação dos dados médios com referência a análise enzimática realizada nas diferentes áreas de estudo .....                      | 42 |
| Tabela 6: Levantamento das espécies arbóreas da mata nativa e suas respectivas porcentagens.....  | 55 |
| Tabela 7: Lista de espécies iniciais implantadas no SAF de 10 anos no momento de sua implantação com seus respectivos usos .....                | 56 |
| Tabela 8: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 10 anos com seus respectivos usos.....  | 57 |
| Tabela 9: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 10 anos com seus respectivos usos.....  | 58 |
| Tabela 10: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 10 anos com seus respectivos usos.....   | 59 |
| Tabela 11: Sequência da lista de espécies implantadas no SAF de 5 anos com seus respectivos usos.....   | 60 |
| Tabela 12: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 5 anos com seus respectivos usos.....  | 61 |
| Tabela 13: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 5 anos com seus respectivos usos.....  | 62 |
| Tabela 14: Média total de serapilheira acumulada em cada ambiente, médias mensais acumuladas e quantidade média de cada dado analisado .....    | 63 |
| Tabela 15: Média mais ou menos erro padrão da quantidade mensal de serapilheira acumulada em cada ambiente durante ano de análise .....         | 63 |

### **Lista de abreviaturas e siglas**

**CAPES** - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**MN** – Mata Nativa

**PC** – Pomar de citros

**PPGSPAF** - Programa de pós graduação em sistemas de produção agrícola familiar

**SAF 1** - Sistema Agroflorestal de 10 anos

**SAF 2** – Sistema Agroflorestal de 5 anos

**UFPeI** - Universidade Federal de Pelotas

## Sumário

|   |    |
|---|----|
| Agradecimentos .....  | 6  |
| Resumo .....  | 8  |
| Abstract.....   | 9  |
| Lista de Figuras.....   | 10 |
| Lista de tabelas .....  | 11 |
| Lista de abreviaturas e siglas .....  | 12 |
| Introdução.....   | 14 |
| Antecedentes e Justificativa .....  | 14 |
| Problema de pesquisa .....  | 15 |
| Objetivos.....  | 17 |
| Geral.....  | 17 |
| Específicos .....   | 17 |
| Revisão de literatura .....   | 18 |
| Solo .....  | 18 |
| Sistemas agroflorestais .....   | 19 |
| Ciclagem de nutrientes.....   | 20 |
| Materiais e Métodos .....   | 22 |
| Área de estudo .....  | 22 |
| Experimento 1: Aporte de serapilheira.....  | 23 |
| Experimento 2: Decomposição de serapilheira.....  | 26 |
| Análise química e microbiológica do solo.....   | 28 |
| Análise estatística .....   | 29 |
| Resultados .....  | 30 |
| Experimento 1: Acúmulo de serapilheira.....   | 30 |
| Experimento 2: Decomposição da serapilheira.....  | 36 |
| Análise química e microbiológica do solo.....   | 39 |
| Análise química.....  | 39 |
| Análise microbiológica .....  | 41 |
| Discussão .....   | 43 |
| Conclusões.....   | 48 |
| Referências.....  | 50 |
| Anexos .....  | 55 |
| Anexo 1: Lista de espécies arbóreas identificadas no levantamento de campo para caracterização do local de estudo ..... | 55 |
| Anexo 2: Lista de espécies implantadas no SAF de 10 anos.....   | 56 |
| Anexo 3: Lista de espécies implantadas no SAF de 5 anos.....  | 60 |
| Anexo 4: Média total de serapilheira dos diferentes locais.....   | 63 |
| Anexo 5: Média mensal de serapilheira nos diferentes locais.....  | 63 |

## **Introdução**

Atualmente o tema meio ambiente tem sido um tema bem relevante, devido aos acontecimentos relacionados aos eventos climáticos. Nos debates acadêmicos ganham corpo assuntos ligados à importância de preservar os recursos naturais, que são tão importantes para a manutenção da vida.

Neste contexto, o presente estudo está orientado no sentido de entender a velocidade em que ocorre a ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais (SAF), que é um método de cultivo praticado por pequenos produtores em propriedades com área reduzida e que possuem uma preocupação com o meio ambiente.

Muitos dos agricultores envolvidos possuem um conhecimento da agricultura intensivista, onde o uso de agrotóxicos fertilizantes sintéticos e adubação química são a base da produtividade, mas compreendem que esta prática é prejudicial a todo o ecossistema, degradando as diversas esferas que o compõem e desta forma migram para uma agricultura mais sustentável.

Porém este é um processo que leva um certo tempo para se estabelecer e o investimento inicial para implantação permanecerá imobilizado por alguns anos. Para minimizar e adquirir um retorno antecipado é fundamental que seja feito um estudo das diferentes, culturas agrícolas anuais de ciclo curto que podem ser utilizadas.

Sendo assim é necessário no planejamento prévio, ter em mãos referências de espécies cultiváveis de ciclo curto, bem como as arbóreas, que melhor se adaptam a cada região. Assim cada uma vai conseguir contribuir para uma ciclagem de nutrientes mais eficiente, e dar ao agricultor envolvido o retorno no menor período possível.

É de grande importância entender como ocorre a ciclagem de nutrientes, já que nos SAFs o objetivo é que as próprias plantas ali consorciadas possam devolver parte dos nutrientes absorvidos ao solo novamente. Escolher aquelas espécies que contribuem de uma forma mais eficiente vai proporcionar maiores benefícios aos agricultores, ao mesmo tempo que mais rápido irão usufruir dos recursos oriundos destes espaços.

## **Antecedentes e Justificativa**

Na região sul do Rio Grande do Sul, onde estamos situados é uma área de transição, temos o bioma Pampa e fragmentos de Mata Atlântica, onde agricultura e a pecuária ocupam um lugar de destaque. O Bioma Pampa, tem como característica

muito marcante espécies gramíneas usadas para pastejo do gado e com presença de capões, onde os animais ocupam nas horas mais quentes do dia para descansar. Os fragmentos de Mata Atlântica se caracterizam por diversas espécies arbóreas que perdem as folhas na estação do inverno, que é a mais crítica do ano na região sul.

Com o passar dos anos os campos foram sendo substituídos, dando lugar para as lavouras agrícolas de monocultivos por acreditarem ser uma atividade mais lucrativa, mas os custos para efetuar os plantios a cada ano vem se tornando mais caros. Com esse aumento nos custos de produção e incentivos muito deficitários, os produtores de pequenas áreas não conseguem se manter nesta atividade e em muitos casos acabam vendendo ou arrendando sua propriedade para terceiros que possuem maior condição financeira. Desenvolver projetos voltados ao público com menor poder aquisitivo é de bastante relevância, trazendo a estes uma alternativa para que permaneçam no campo continuando suas atividades com produtos de boa qualidade, no qual poderá ser acrescentado valor agregado, proporcionando rentabilidade aos mesmos, e que possa ser suficiente, evitando o êxodo rural.

Uma grande motivação é ser filho de pequenos agricultores, de um Quilombo do município de Canguçu/RS, pois cresci em uma época onde se conseguia produzir em pequena escala, produtos como feijão, soja, milho, ovos, dentre outros. Estes eram comercializados na região, servindo como recurso para comprar aqueles que não se produziam na propriedade como farinha de trigo, arroz, óleo de soja, etc. Por alguns anos minha família cultivou de sociedade com um agricultor que possuía uma área maior de terra. Com a chegada de maquinários que possibilitaram a semeadura e colheita mecanizada o cenário mudou. Atualmente os comércios locais raramente praticam este tipo de negociação, preferindo comprar de grandes atacadistas.

Através do programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar (PPGSPAF), eu tive a oportunidade de desenvolver um projeto voltado a este público menos favorecido, estudando a ciclagem de nutrientes em SAF, e que são escassos ou mesmo inexistentes para a região, desta forma, a idéia que moveu esta pesquisa foi contribuir para uma agricultura mais saudável.

### **Problema de pesquisa**

O Rio Grande do Sul é um estado de grande potencial em produção agrícola, devido às suas características climáticas que diferem das demais regiões do país. De

maneira semelhante aos demais estados, a produção agrícola é voltada à grandes áreas de monocultura, sendo necessário grandes investimentos, o que dificulta o acesso de pequenos agricultores. Um aspecto importante para incentivar os pequenos produtores a se manter na área rural e que tenham retorno financeiro, é a implantação de sistemas agroflorestais sendo está uma alternativa que pode trazer retorno a curto, médio e longo prazo.

Para tanto são necessárias, políticas públicas que auxiliem esse agricultor com o investimento inicial e suporte técnico através dos estudos que facilitem seu engajamento. Na região sul do Brasil, em específico para no Rio Grande do Sul, há poucos estudos relacionados ao tema ciclagem de nutrientes em SAF, que além de escassos, são pouco desenvolvidos, apesar de serem vastos para outras regiões do país e até mesmo no exterior.

Neste sentido, o presente estudo teve por finalidade acompanhar, através de coletas mensais, o aporte de serapilheira, de quatro ambientes já estabelecidos, para obtermos a quantidade anual de material senescente que se depositou na camada superficial do solo. Na mesma perspectiva foram colocados *litter bags* nas mesmas áreas para acompanhar a velocidade da decomposição, de folhas e pecíolos de três espécies arbóreas já estabelecidas em SAFs, para obter os dados sobre o tempo aproximado no qual os microrganismos levariam para decompor esse material e incorporarem novamente ao solo completando desta forma o ciclo.

Os dados encontrados buscaram responder às seguintes questões: A idade do SAF influencia na quantidade de serapilheira depositada no solo? Há diferença significativa entre os quatro ambientes analisados? Qual a importância de entender o ciclo dos nutrientes nesses sistemas? Quais os benefícios proporcionados aos agricultores envolvidos? Existe diferença na velocidade de decomposição para os diferentes ambientes?

## **Objetivos**

### **Geral**

Quantificar, através de coletas mensais, o acúmulo de serapilheira em quatro ambientes distintos, sendo eles: I) mata nativa, II) SAF 1: com 10 anos, III) SAF 2: com 5 anos e IV) pomar de citros 24 anos, e determinar a velocidade da decomposição de serapilheira de três espécies arbóreas, duas nativas do Brasil, e uma exótica que já estão inseridas em sistema agroflorestal na região do estudo.

### **Específicos**

- Indicar em que período do ano ocorre à maior deposição de serapilheira no solo;
- Determinar em qual agroecossistema ocorre maior deposição de serapilheira ao longo do ano;
- Determinar qual o aporte de nutrientes a serapilheira proporciona aos solos das agroflorestas;
- Comparar a velocidade de decomposição de folhas e pecíolos de *Acacia mearnsii*, *Schinus terebinthifolia* e *Enterolobium contortisiliquum*; ao longo de um ano;
- Avaliar a velocidade de decomposição da serapilheira nos diferentes ambientes.

## Revisão de literatura

### Solo

O solo é um dos fatores mais importantes dentro da cadeia produtiva e pode possuir diferentes atributos qualitativos, quantitativos, físicos, químicos, biológicos dentre outros. Todos estes componentes estão correlacionados e interligados, sendo assim na deficiência e ou falta de um, todos os demais são afetados. Para que não haja essa falta, precisamos nos preocupar em promover ações que visem melhorar a saúde do solo, garantindo que este produza por mais tempo sem prejuízos aos agricultores. Podemos enfatizar que ações promovidas no sistema de produção agrícola convencional, são intervenções humanas prejudiciais e degradantes ao solo, o que provoca um desequilíbrio no ecossistema, promovendo mudanças diretas e indiretas nas características do ambiente, conforme for retirada a cobertura vegetal do solo, podem desta forma, dar origem a ravinas e voçorocas (Guerra, 2018).

Segundo documento intitulado como *“mapa mundial do estágio de degradação dos solos induzida pelo homem”* na década de 80, se perdia em torno 6 a 7 milhões de hectares por processos erosivos além de 1,5 milhões por outros fatores, este tinha como foco principal trazer ao poder público a preocupação e a necessidade urgente de ações que minimizem tais perdas (Oldeman et al. 1990).

A agricultura convencional durante muitas décadas trouxe um desenvolvimento muito importante colocando o Brasil em papel de destaque, sendo um dos principais produtores de alimentos para o restante do mundo. Mas ao longo dos últimos anos, vem se caracterizando como uma prática que potencialmente impacta de forma negativa a qualidade dos solos, que passaram a cada vez mais ser dependentes de insumos externos para garantir uma boa produção (Rosset et al., 2014).

Outra consequência atrelada a este modelo de agricultura é o desmatamento principalmente das florestas tropicais, por possuírem um solo rico em matéria orgânica (Vitousek et al., 1986). Consequentemente a degradação do solo, decorrente do manejo intensivo e da utilização de maquinário pesado, deixa o solo exposto às intempéries climáticas, (chuva, vento, provocando erosão), além de proporcionar a perda da biodiversidade da macro e micro fauna e assoreamentos dos cursos naturais de água (Abdo et al., 2008, Lopes; 2017).

O conjunto de ações antrópicas, juntamente com outros fatores modificam a fitofisionomia dos locais, transformando as paisagens naturais (De Sousa Silva et al., 2016). Com o passar do tempo, os solos ficam pobres e podem sofrer processo de

desertificação nas regiões onde ocorrem (Alexandre, 2015). No Brasil as secas recorrentes na região Nordeste do país têm contribuído para que este fenômeno ocorra, prejudicando assim a produção agrícola da região (Accioly; 2010, Lucena et al., 2017), principalmente pelas práticas agrícolas em áreas declivosas, sem os devidos cuidados com o solo (Sampaio et al., 2005, De Souza et al., 2019).

O Brasil tem capacidade de dobrar a produção agrícola sem a necessidade da derrubada de nenhuma árvore, contribuindo, assim, para o mínimo de impactos para o meio ambiente (Pacheco, 2022). Segundo a FAO até o ano de 2050 a perspectiva é que a população mundial, ultrapasse os 9 bilhões de pessoas, para alimentar e suprir essa população, deverá haver um aumento de até 60% na produtividade, neste sentido existe a necessidade de melhorar a produção agrícola, mas o desafio é fazer isto com técnicas e práticas mais sustentáveis e sem abertura de mais áreas (FAO, 2015).

Atualmente tem se trazido para debate temas muito pontuais, um destes, trata-se da segurança alimentar, onde se busca produzir alimentos de alta qualidade com o mínimo de impactos, contribuindo com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), principalmente o 2 que propõe eliminar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar nutrição, e a busca pela agricultura sustentável (ONU, 2024).

### **Sistemas agroflorestais**

Uma alternativa viável para minimizar os danos promovidos/causados pela agricultura convencional, principalmente nas pequenas propriedades e auxiliar na melhoria da alimentação das pessoas, contribuindo com essa pauta tão relevante que é a segurança alimentar é a implantação de Sistemas Agroflorestais (SAFs).

Estes sistemas são caracterizados pelo cultivo de plantas arbóreas, frutíferas ou não, organizadas nos mais diversos estratos, juntamente com culturas anuais agrícolas e forrageiras, com variados arranjos e podendo ter, ou não, a presença de animais (Nair, 1993; Steenbock et al., 2021).

Os SAFs possuem característica e potencial de melhorar o desempenho agrícola, através da diversificação da produção podendo ser encontrado no mesmo espaço diferentes culturas, como grãos, cereais, frutos, além de proteína animal. Também contam com as espécies arbóreas, as quais desempenham o papel de proteger o solo contra eventos adversos do clima (Schembergue et al., 2017).

Seguindo este princípio, os agricultores envolvidos nesta prática agrícola buscam alternativas para uma melhor segurança alimentar e nutricional, possível geração de renda, uso do solo de forma responsável através de boas práticas de cultivo, contribuindo, desta forma, para a conservação do agroecossistema (Henzel et al., 2021).

As espécies arbóreas inseridas no SAF, por possuírem características diferentes, se complementam, possibilitando desta forma, melhorias na liberação dos nutrientes, retenção da matéria orgânica e proteção do solo (Duarte 2007). Através de suas raízes, elas contribuem extraindo os nutrientes das diferentes camadas do solo para a superfície proporcionando a ciclagem de nutrientes (Aguiar et al., 2011).

Além disso, minimizam os impactos das gotas da chuva no solo evitando os processos erosivos, reduzindo a compactação e proporcionando uma melhor infiltração de água no solo. Outra função é a de servir de quebra vento, protegendo as plantas menores mantendo um microclima, retendo a umidade e promovendo a fixação do nitrogênio (Amador, 2003).

O manejo de podas constantes dos componentes arbóreos tem como finalidade abrir o dossel da agrofloresta permitindo a passagem de luz para as demais espécies presentes assim como as roçadas em seu interior visando a produção de biomassa para este solo. Para Felix, 2018, a poda vai proporcionar melhorias nos diversos estratos tanto altos, médio e baixo.

Neste processo haverá a remoção de galhos envelhecidos, plantas doentes ou que estejam sombreando as demais. Nas florestas esse processo ocorre naturalmente, mas estas geralmente estão em solos muito dependentes dos ciclos geoquímicos, bioquímicos e biogeoquímicos. Com a remoção dos remanescentes florestais, estes ciclos são quebrados, influenciando diretamente na qualidade do solo (Selle, 2008).

### **Ciclagem de nutrientes**

A ciclagem de nutrientes pode ser entendida como caminho ou ciclo biogeoquímico que compreende os sistemas “atmosfera, plantas, animais e solo” (Krishna et al., 2017). Neste sentido, compreender a complexidade do movimento dos nutrientes nas mais diversas esferas que inclui o solo, as plantas, e animais é bastante relevante (Anghinoni et al., 2011).

Deste modo, conhecer a quantidade e a qualidade da serapilheira acumulada no solo é muito importante, além de entender os demais fatores como a temperatura, precipitação, umidade e outras variações climáticas que irão influenciar na velocidade e quanto tempo este material vai levar para decompor (Krishna et al., 2017). Todos estes fatores são passos importantes a serem observados, já que os nutrientes contidos nestes resíduos retornam ao solo para reiniciarem o ciclo (Bauer et al., 2016). O processo de ciclagem de nutrientes nos SAF, é provavelmente, o mais importante, pois será o responsável por manter o funcionamento de toda a cadeia produtiva.

Anghinoni et al., (2011), em estudo sobre a ciclagem de nutrientes em sistemas integrados de produção no sul do Brasil, enfatiza que estes foram realizados, mas somente para as camadas mais superficiais sem muito aprofundamento, sendo assim são necessárias pesquisas mais focadas em compreender a dinâmica que ocorre entre os diversos compartimentos, solo, raiz, húmus.

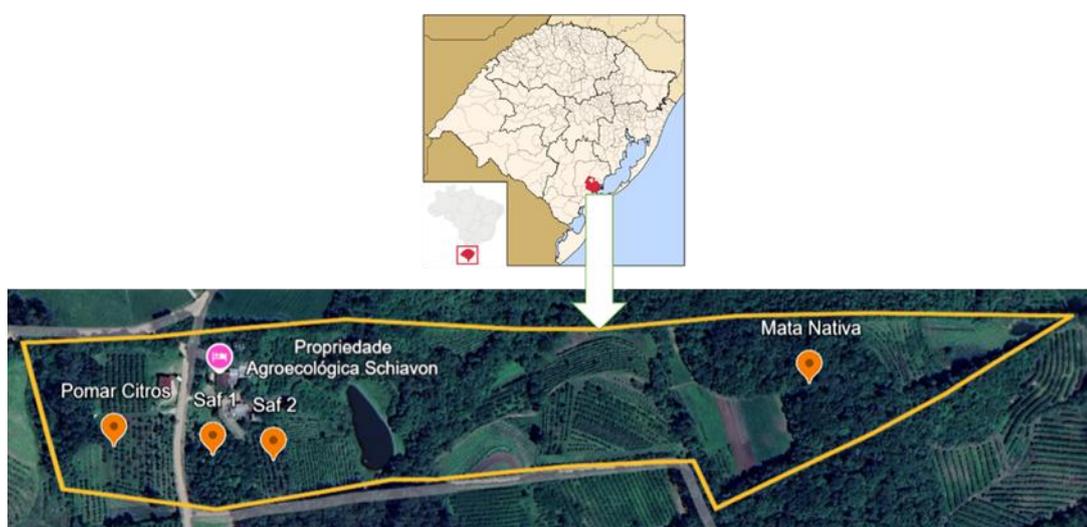
Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o aporte e a decomposição de serapilheira em quatro ambientes distintos (SAF com 10 anos, SAF com 5 cinco anos, pomar de citros e mata nativa secundária em estágio de regeneração avançado). Os principais objetivos foram: i) avaliar a velocidade da decomposição de folhas e pecíolos de três espécies arbóreas *Acacia mearnsii* (Acácia negra) exótica, *Schinus terebinthifolia* (Aroeira vermelha) nativa e *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúva) nativa, todas utilizadas regionalmente como plantas adubadoras em SAFs e ii) quantificar o aporte de serapilheira e, conseqüentemente, nutrientes em diferentes sistemas agrícolas (SAFs e pomar) comparando com a mata nativa.

## Materiais e Métodos

### Área de estudo

O trabalho foi realizado na propriedade agroecológica Schiavon, localizada no município de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), com uma área estimada de 9,75 hectares, situada na serra dos tapes (31°26,21'8" S e 52°33'27,04" O, com altitude aproximada de 250 m). O clima da região é classificado como subtropical úmido, com temperatura média e precipitação média anual (1991 a 2020) de 18,1°C e 1382,4 mm, respectivamente (Inmet 2023).

**Figura 1: Imagem da localização da propriedade agroecológica Schiavon no município de Pelotas-RS onde o estudo foi realizado no ano de 2023/2024**



Fonte: Autor

Foram selecionadas quatro áreas para a coleta de dados: I) Mata nativa, II) Pomar de citros (24 anos), III) SAF 1 (10 anos), IV) SAF 2 (5 anos). A área de mata nativa é um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012) em estado sucessional secundário avançado, que recobre aproximadamente 10% da propriedade.

Para caracterização da mata nativa (MN) foi realizado um levantamento florístico rápido, utilizando a metodologia adaptada e proposta por Walter & Guarino (2006), a qual se enquadrava com as características do local em estudo, foram identificados os indivíduos arbóreos, com diâmetro à 1,30 m acima do solo (DAP)  $\geq$  10 cm. Na área foram encontradas 15 famílias e 22 espécies distribuídas em 145 indivíduos. A família com maior representatividade foi a *Meliaceae* (três espécies), seguida pela *Elaeocarpaceae* e *Myrsinaceae* (uma espécie cada). A espécie que ocorreu com maior frequência foi a *Trichila catigua* (Catiguá) seguida pela *Sloanea*

*monosperma* (Bugre), *Myrsine spp.* (Capororoca) (a lista de espécies encontra-se no Anexo 1).

O pomar de citros foi implantado no ano 2000, em uma área que anteriormente era ocupada por um plantio de eucalipto (área total: 0,175 ha), sendo este conduzido em sistema orgânico desde a sua implantação. É composto por um mix de variedades de bergamotas (montenegrina, do céu e comum) e laranjas (monte parnaso, do céu, bahia, umbigo e comum). A produção de citros também é o carro-chefe nas duas agroflorestas estudadas.

O SAF 1 localiza-se em uma área onde anteriormente era uma lavoura de cultivo de milho e feijão (0,125 ha) e é composta por mais de 90 espécies entre nativas frutíferas (pitanga, guabiroba, goiaba serrana, ...), madeiras (cedro, angico, bracatinga, ...) e ornamentais (ipê amarelo, palmeira real, paineira, ...), além de um mix de variedade de citros (bergamota ponkan, afouré, satsuma, laranja do céu e comum) que produzem em diferentes épocas do ano.

Já o SAF 2 está situado em local onde anteriormente era uma área de pousio, possui 0,105 ha composto por mais de 70 espécies entre nativas frutíferas, madeiras e ornamentais, também contém um mix de citros escalonados para produzir nas mais diferentes épocas do ano semelhante ao SAF 1. Por ainda estar com o dossel das espécies arbóreas pouco desenvolvidas sofre manejo constante de podas e são adicionadas em determinadas épocas do ano plantas de cobertura para produção de biomassa para o solo.

### **Experimento 1: Aporte de serapilheira**

Este experimento foi conduzido de forma a quantificar a serapilheira que se acumulou no solo nas quatro áreas (MN, PC, SAF 1 e SAF 2), ao longo de um ano. Para efetuar as coletas da serapilheira utilizamos molduras montadas de PVC medindo 0,50 x 0,50 m (0,25 m<sup>2</sup>) (Figura 2), conforme proposto por ARAÚJO et al., (2012) e BORGES et al., (2022).

**Figura 2: Moldura de PVC, pensada e montada pelo autor para ser utilizada nas coletas da serapilheira nos pontos demarcados previamente**



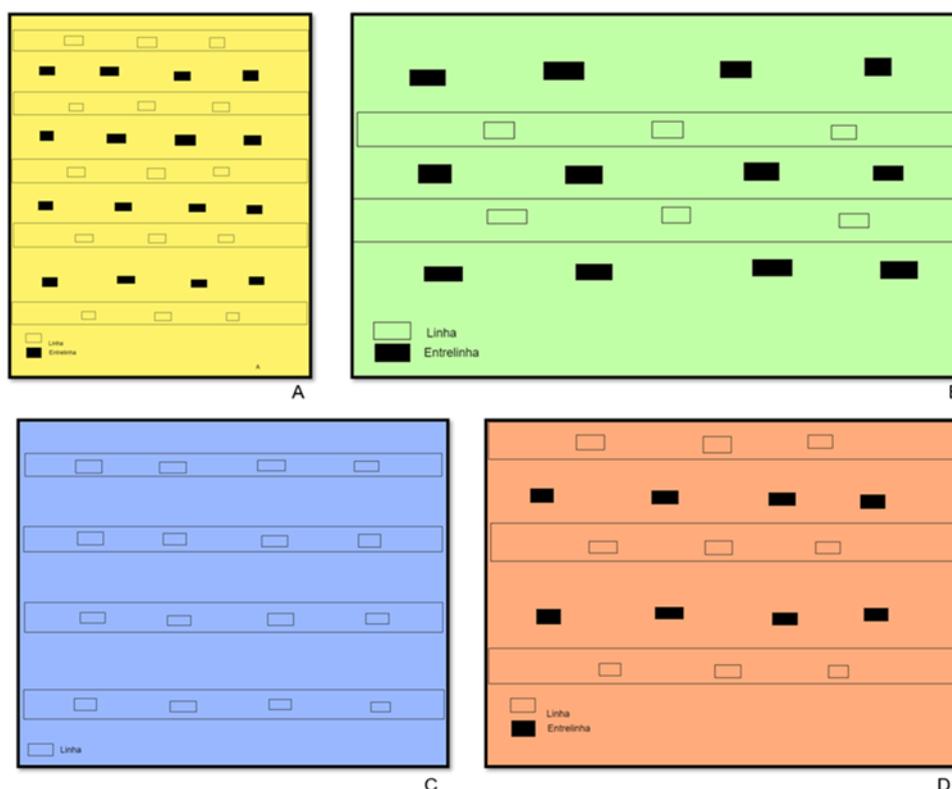
Fonte: Autor

As coletas foram realizadas mensalmente ao longo de um ano, de junho de 2023 a maio de 2024. Foi coletado todo material senescente seco disposto sob o solo, para isso demarcamos sistematicamente pontos fixos para as coletas nas linhas e entrelinhas de cada ambiente conforme demonstrado na Figura 3 (A, B, C e D).

Para obter uma melhor representatividade das áreas estas tiveram número de pontos de coletas diferentes, por não possuírem as mesmas dimensões e quantidade de linhas. Todos as áreas contaram com 3 amostragens em cada linha selecionada e 4 nas entrelinhas.

Desta forma o SAF 1, contou com 5 linhas e 4 entrelinhas (31 pontos amostrais) (Figura 3A), SAF 2, com 2 linhas e 3 entrelinhas (18 pontos) (Figura 3D), pomar de citros 3 linhas e 2 entrelinhas (17 pontos) (Figura 3B), já na mata nativa foi feito um alinhamento de 4 linhas com distância de 10 metros entre um ponto e outro totalizando 16 locais de coleta (Figura 3C).

**Figura 3: Representação esquemática da distribuição dos pontos de coletas de serapilheira nos diferentes ambientes de estudo: (A) SAF 1, (B) Pomar de citros, (C) Mata nativa e (D) SAF 2**



Fonte: Autor

O material de cada ponto foi coletado e colocado em sacos de papel Kraft com a específica identificação do local e ponto coletado, posteriormente conduzidos ao laboratório da Estação Experimental Cascata (Embrapa Clima Temperado). A serapilheira foi seca em estufa elétrica de secagem com sistema de ar forçado por temperatura de 60°C por no mínimo 48 horas, ou até que atingir peso constante.

Posteriormente após este período de secagem foi efetuada a triagem deste material separando a mesma em três grupos, folhas, galhos  $\leq 5$  mm e miscelânea (galhos  $>$  que 5 mm, flores, frutos, cascas e componentes não arbóreo), conforme metodologia de Scoriza et al., (2017); Santos et al., (2019).

Foi realizada a quantificação aportada em cada um dos ambientes para obtermos a quantidade total ao longo do ano. Cada um dos grupos especificados foi pesado separadamente para a quantificação da porcentagem que cada um contribuiu no montante final. Também foi separada uma parte de uma das amostras de cada local para a realização de uma análise química da serapilheira coletada e foliar das

espécies testadas no processo de decomposição para quantificação dos macros e micronutrientes presentes (Resultados Tabela 1).

**Figura 4: Demonstrativo da separação realizada pelo autor da serapilheira coletada na propriedade agroecológica Schiavon: (A) Folhas, (B) Galhos e (C) Miscelânea**



Fonte: Autor

Os dados de aporte de serapilheira foram analisados por meio de análise circular, similar à para descrição de padrões fenológicos (Morellato et al., 2010). Para isto, construímos histogramas circulares, a partir da frequência média em porcentagem dos diferentes grupos que formam a serapilheira (folhas, galhos e miscelânea) para o ano de observação.

### **Experimento 2: Decomposição de serapilheira**

Neste experimento foi analisado a velocidade de decomposição de três espécies arbóreas: I) *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúva, nativa), II) *Schinus terebinthifolia* (Aroeira vermelha, nativa), III) *Acacia mearnsii* (Acácia negra, exótica), todas utilizadas por agricultores em sistemas agroflorestais na região.

Foi feita a coleta a campo do material vegetal (folhas e pecíolos), das três espécies (Acácia, Aroeira na propriedade Schiavon e Timbaúva no SAF da Estação Experimental Cascata), em março de 2023, para posterior secagem na estufa de ar forçado na temperatura de 60°C, por 72 horas ou até atingir o peso constante.

Após material vegetal seco de cada espécie foi colocado em *litter bags* os quais compostos de nylon malha 2 mm que permitiu a ação dos microrganismos decompositores com exceção da acácia negra que foi utilizado tecido de voal por possuir folículos muito pequenos. Cada *litter bag* possuía as dimensões de 0,25 x 0,125 m, adaptado conforme Cunha Neto et al., (2013); Bello et al., (2022), para proporcionar uma melhor distribuição do material em seu interior.

Foi realizada uma análise química das folhas para quantificação dos micros e macronutrientes (Da Silva, 2009) e também realizada análises microbiológicas do solo, (Mendes et al., 2021). Foi colocado dentro de cada *litter bag* a quantidade de 20 g de material seco de cada espécie separadamente, após foram distribuídos sistematicamente em grupos de 12 subamostras com 5 repetições em cada uma das quatro áreas (SAF 1, MN, PC e SAF 2), totalizando 240 *litter bags*. As coletas dos *litter bags* dispostos sob o solo das áreas pesquisadas, foram realizadas aos 90, 180, 270 e 360 dias após serem distribuídos no campo.

Posteriormente após cada coleta foi avaliado a perda de massa, peso inicial (g) menos peso final (g) em cada uma das coletas realizadas. Em cada período foram recolhidas 5 amostras de cada uma das espécies das diferentes áreas em estudo. A partir dos resultados encontrados foi calculado o tempo de meia vida do material em estudo conforme adaptado de Rezende et al., (1997).

**Figura 5: *Litter bag* de nylon para o material seco das espécies *Schinus terebinthifolia* e *Enterolobium contortisiliquum* (A) também o *Litter bag* de voal para *Acacia mearnsii* (B)**



Fonte: Autor

Para uma melhor análise dos dados foram feitas coletas de solo das diferentes áreas, uma para realização da química e outras duas para microbiológica, uma representando o inverno e outra para o verão.

### **Análise química e microbiológica do solo**

Para realização da coleta de solo para análise química das áreas em estudo, foi realizada, com auxílio de um trado holandês na profundidade de 0 a 20 cm. Foram coletadas quatro subamostras de cada linha e entrelinha que possuía os pontos de coleta, para a montagem de uma amostra composta de cada uma individualmente. Posteriormente essas amostras foram levadas até o laboratório da Embrapa Clima Temperado para que fosse realizada a análise seguindo os padrões laboratoriais sugeridos na literatura.

Na coleta de solo para a análise microbiológica do solo foi utilizada a metodologia sugerida pela BioAS, onde foi realizada a coleta de solo na profundidade de 0 a 10 cm. Da mesma forma que, para a análise química, foram coletadas em cada área quatro subamostras de solo nas linhas e entrelinhas que, continha *litter bags* para montagem de uma amostra composta de cada. Foram realizadas duas coletas uma representando o inverno realizada em agosto de 2023 e a outra em final de janeiro e início de fevereiro 2024, representando o verão. Após cada coleta as subamostras

foram conduzidas até o laboratório da Embrapa Clima Temperado para a realização das análises laboratoriais conforme os padrões, e assim obtermos os resultados.

### **Análise estatística**

A análise estatística foi realizada no software R (versão 4.3.3 - R Core Team, 2024), utilizando os pacotes *Ggplot2* (2016) e *Dunn.Test* (2014). Todos os testes estatísticos foram conduzidos com um nível de significância de 5%. Os dados foram submetidos a análises descritivas. Para comparação de médias, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. O teste de *Dunn* foi aplicado para contrastes múltiplos, com o objetivo de identificar diferenças estatisticamente significativas entre os ambientes, épocas do ano, tipos de manejo (linha e entrelinha) e espécies, considerando variáveis como acúmulo de serapilheira, perda de matéria orgânica, nutrientes do solo e atividade enzimática do solo.

Para verificar a sazonalidade do acúmulo de serapilheira, foi elaborado histogramas circulares, a partir do acúmulo médio entre os 12 meses de observação. A perda de matéria orgânica entre as espécies foi submetida a uma regressão linear em relação ao tempo, para verificar o tempo que a matéria orgânica demora para se decompor entre as três espécies, e entre quatro ambientes.

## Resultados

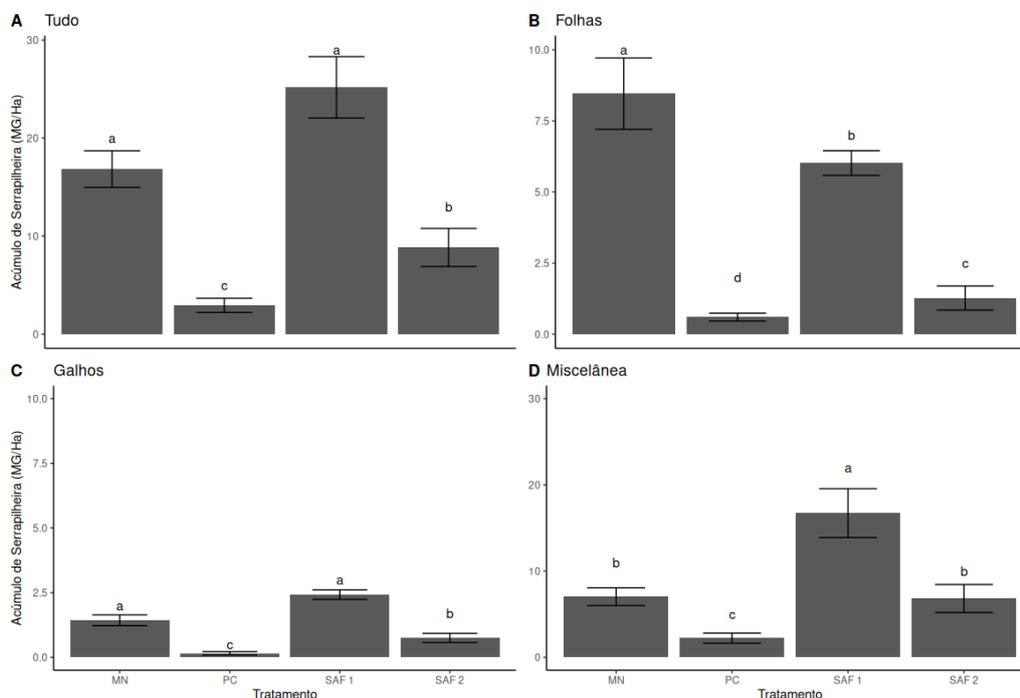
### Experimento 1: Acúmulo de serapilheira

Ao longo dos 12 meses de estudos, o sistema que obteve a maior concentração de serapilheira acumulada foi o SAF 1 com deposição total de  $30,20 \pm 0,408 \text{ Mg/ha}^{-1}$ , seguido pela mata nativa ( $20,20 \pm 0,393 \text{ Mg/ha}^{-1}$ ), SAF 2 ( $10,61 \pm 0,204 \text{ Mg/ha}^{-1}$ ) e pomar de citros ( $3,53 \pm 0,069 \text{ Mg/ha}^{-1}$ ) (Figura 6 A). O mesmo padrão foi observado para as médias mensais (Figura 7).

O acúmulo de serapilheira entre SAF 1 e mata nativa, não diferiu estatisticamente, porém estes são superiores ao SAF 2 que por sua vez apresentou uma taxa superior ao pomar de citros (Figura 6 A), o qual é estatisticamente inferior a todos os demais sistemas Kruskal-Wallis ( $X^2 = 340.43$ ,  $gl = 3$ ,  $p\text{-valor} < 0.01$ ) (Figura 6 A).

Esse padrão também se repetiu para os galhos Kruskal-Wallis ( $X^2 = 324.09$ ,  $gl = 3$ ,  $p\text{-valor} < 0.01$ ) (Figura 6 C). Porém para as folhas não houve este mesmo comportamento, onde a maior deposição foi obtida na mata nativa, sendo que todos os ambientes apresentaram valores diferentes estatisticamente Kruskal-Wallis ( $X^2 = 531.22$ ,  $gl = 3$ ,  $p\text{-valor} < 0.01$ ) (Figura 6 B). A miscelânea também demonstrou um comportamento diferenciada Kruskal-Wallis ( $X^2 = 215.73$ ,  $gl = 3$ ,  $p\text{-valor} < 0.01$ ), onde a maior quantidade foi obtida no SAF 1, seguido pela MN e SAF 2 que não diferiram entre si e menor quantidade no PC (Figura 6 D).

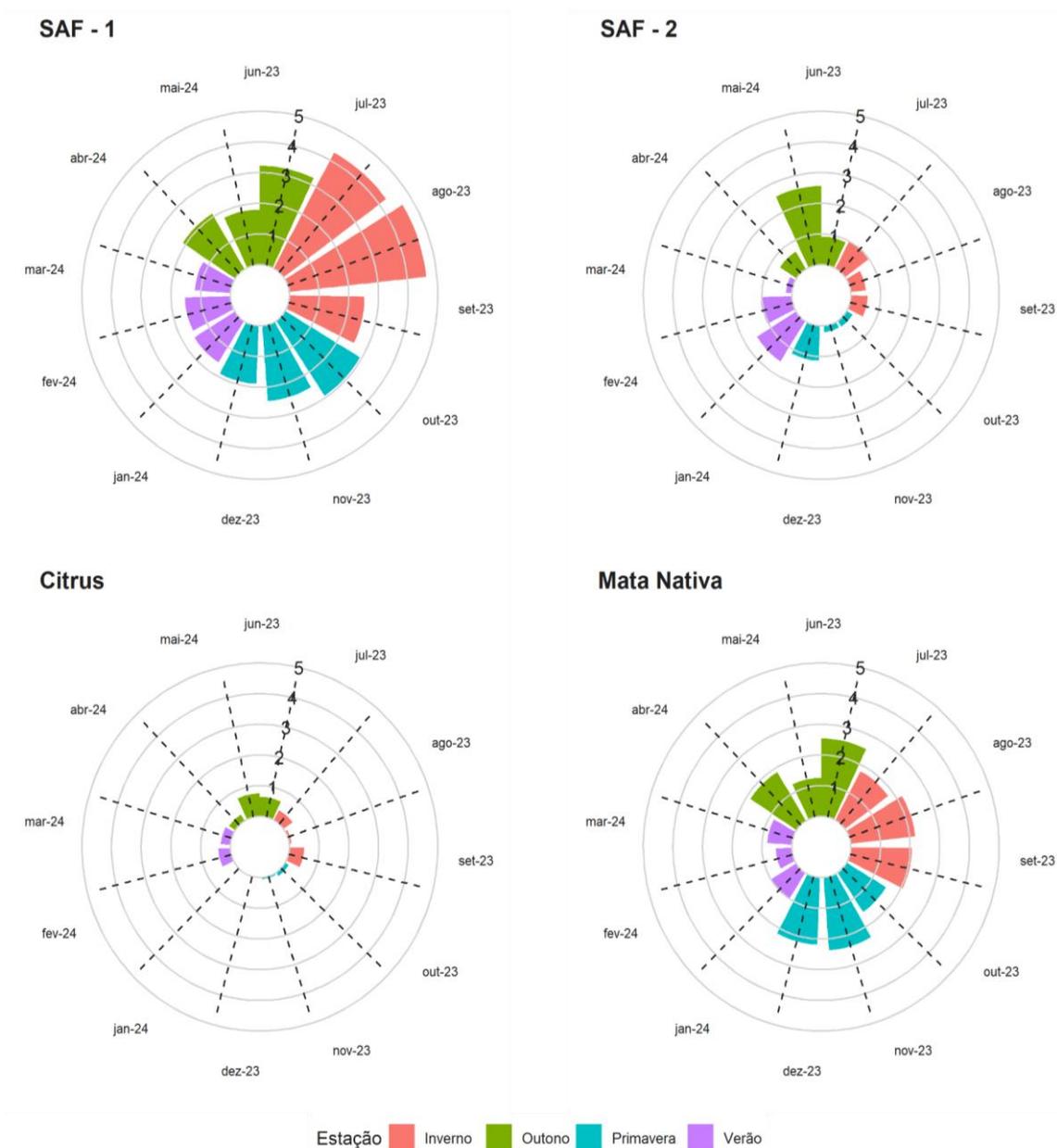
**Figura 6: Gráficos contendo tudo que aportou em Mg/ha<sup>-1</sup> de serapilheira ao longo do ano em (A), tudo de folhas de cada ambiente (B), tudo de galhos (C) e tudo de miscelânea (D)**



Fonte: Autor

Com relação às diferentes estações do ano, o comportamento foi similar entre o SAF 1 e a mata nativa, ambos apresentando seus maiores acúmulos gerais nos meses de junho a novembro, que correspondem às estações inverno/primavera e os menores nos meses correspondentes às estações verão/outono, respectivamente (Figura 7). Já no SAF 2, o padrão foi invertido sendo que os maiores acumulados ocorreram nos meses que correspondem ao verão/outono, e os menores ficaram para o inverno/primavera (Figura 7). No pomar os meses que corresponderam ao outono foram onde ocorreram os maiores acumulados, seguido pelo inverno e dos meses do verão (Figura 7).

**Figura 7: Gráfico de análise circular com as médias totais de cada ambiente e as estações de maiores acúmulos de serapilheira (Rosa = Inverno, Azul = Primavera, Roxo = verão, Verde = outono)**

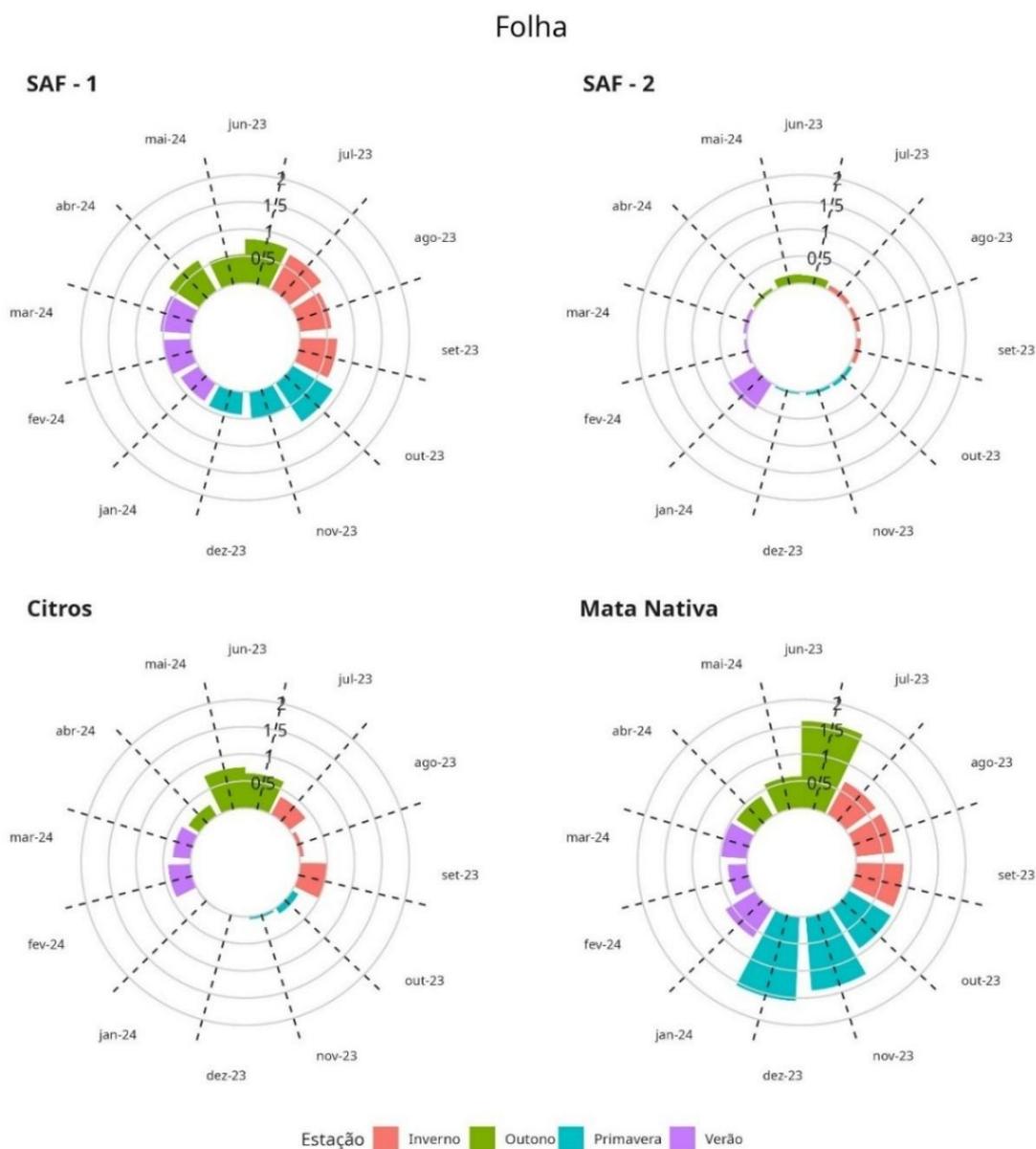


Fonte: Autor

A Mata Nativa foi a que apresentou maior acúmulo de folhas, sendo a primavera a estação que teve maior aporte (Figura 8). Com relação aos SAFs, mesmo as médias mensais do SAF 1 sendo superior ao SAF 2, ambos apresentaram comportamentos semelhantes para o aporte de folhas, o qual foi constante ao longo do ano. Para o SAF 2, o mês de janeiro foi o único que apresentou um acúmulo diferente, superior

aos dos demais meses (Figura 8). Para o pomar de citros, os maiores acúmulos de folhas ocorreram no outono e no inverno (Figura 8).

**Figura 8: Gráfico de análise circular com as médias mensais das folhas de cada ambiente e as estações de maiores acúmulos de serapilheira (Rosa = Inverno, Azul = Primavera, Roxo = verão, Verde = outono)**

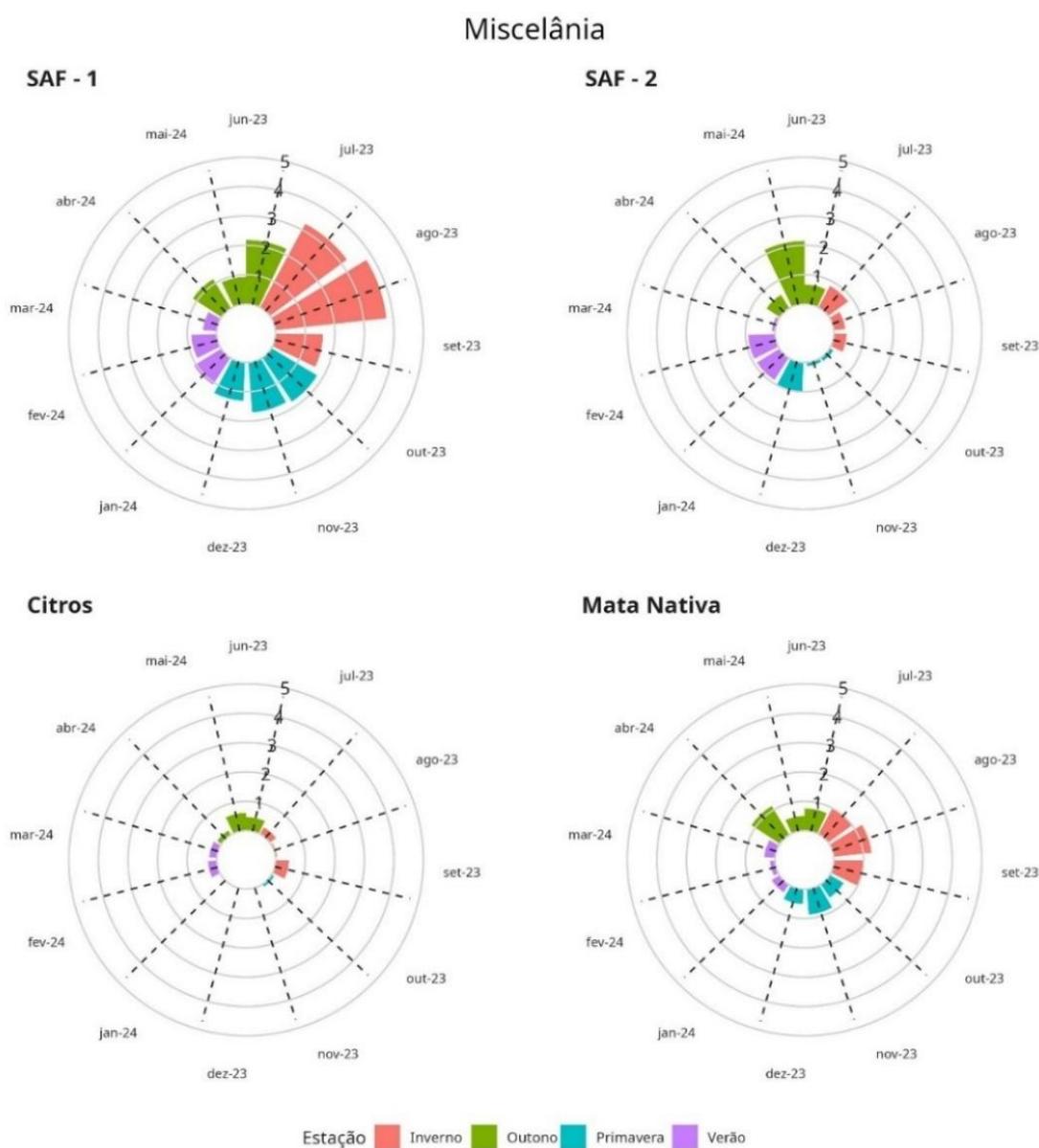


Fonte: Autor

Na análise do acúmulo de miscelânea, o SAF 1 e a mata nativa apresentaram comportamentos semelhantes. Ambos tiveram os maiores acúmulos no inverno, seguidos de outono e primavera, e os menores acúmulos no verão (Figura 9). Já este mesmo comportamento não se repetiu para os outros dois locais, no SAF 2, houve

um maior acúmulo no mês de maio sendo assim ficou a estação do outono com maior média, posteriormente a dois meses do verão e um da primavera, seguido pelo inverno. No pomar de citros foi a estação do outono que se destacou com maior quantidade de serapilheira acumulada, vindo na sequência as estações inverno/verão com uma porção acumulada muito próxima e a primavera foi a que teve menor média (Figura 9).

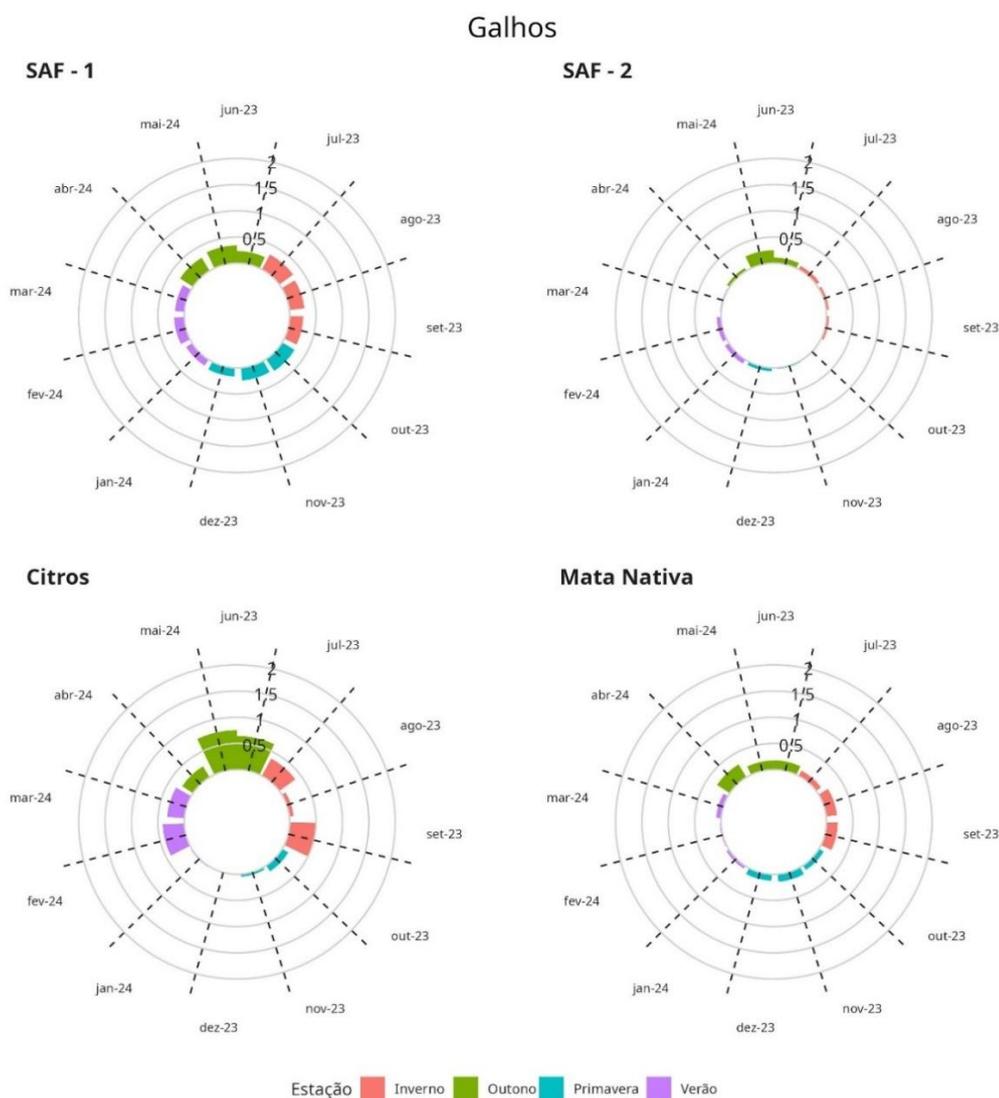
**Figura 9: Gráfico de análise circular com as médias mensais da miscelânea de cada ambiente e as estações de maiores acúmulos de serapilheira (Rosa = Inverno, Azul = Primavera, Roxo = verão, Verde = outono)**



Fonte: Autor

Na porção de galhos o comportamento do SAF 1 e mata nativa novamente foi muito semelhante, ao mesmo tempo que se mantiveram muito constantes ao longo de todo o ano, seguindo na ordem outono, inverno, primavera e verão respectivamente, mas com quantidades muito similares. O SAF 2, apresentou uma quantidade baixa para galhos, apenas destacou-se um pouco mais na estação do outono já as demais foram muito regulares. No PC a estação do outono foi a que apresentou maior acumulado seguido por inverno/verão com quantidades muito próxima e a primavera foi a de menor aporte (Figura 10).

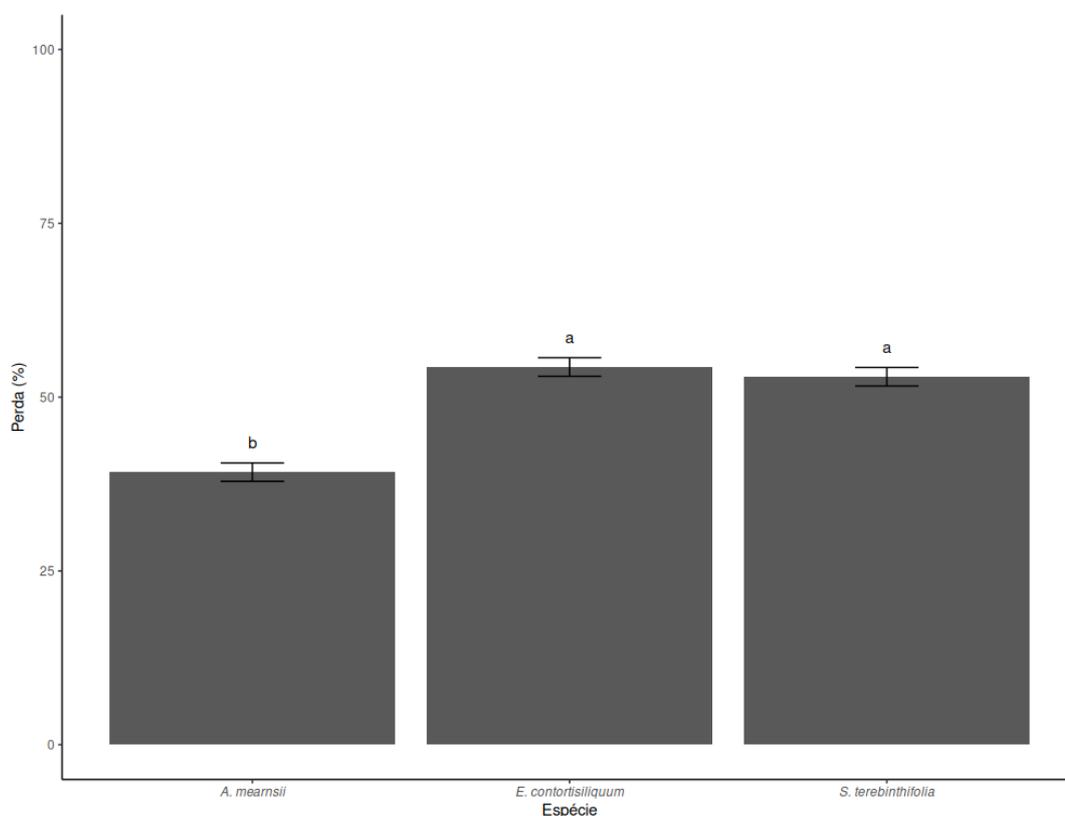
**Figura 10: Gráfico de análise circular com as médias mensais dos galhos de cada ambiente e as estações de maiores acúmulos de serapilheira (Rosa = Inverno, Azul = Primavera, Roxo = verão, Verde = outono)**



## Experimento 2: Decomposição da serapilheira

Quanto a decomposição geral das diferentes espécies testadas, as médias da *Schinus terebinthifolia* (Aroeira vermelha) e *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúva) não diferiram entre si ( $52,9 \pm 1,34\%$  e  $54,3 \pm 1,33\%$  respectivamente), enquanto *Acacia mearnsii* (Acácia negra) obteve as menores médias ( $39,22 \pm 1,32\%$ ) (Kruskal-Wallis  $X^2 = 62.179$ ,  $gl = 2$ ,  $p\text{-valor} < 0.01$ ) (Figura 11).

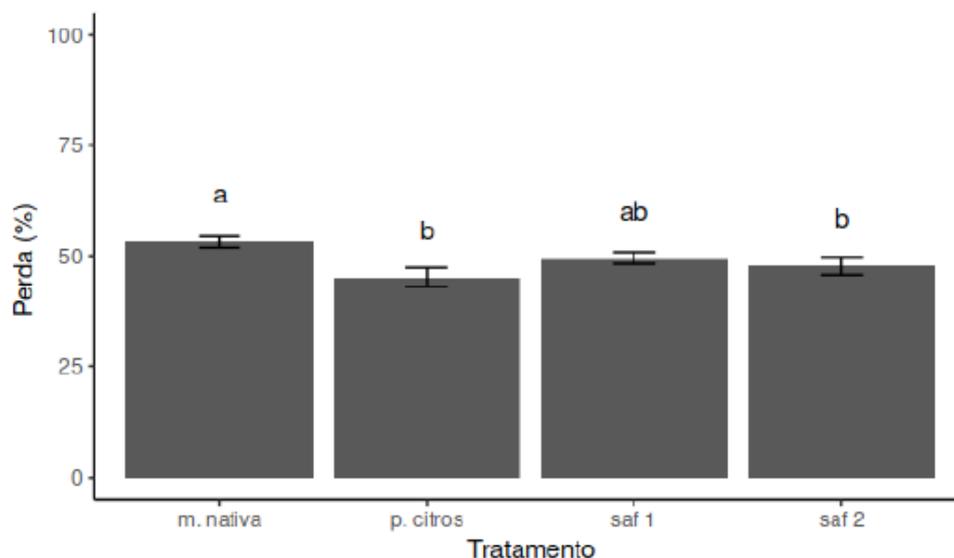
**Figura 11: Gráfico apresentando a perda final por espécie (%) da decomposição *Acacia mearnsii*, *Schinus terebinthifolia* e *Enterolobium contortisiliquum*, em diferentes sistemas de produção na propriedade Schiavon no município de Pelotas-RS, no período de junho de 2023 a maio de 2024**



Fonte: Autor

Entre os diferentes ambientes, a porcentagem de decomposição seguiu a seguinte ordem: mata nativa ( $53,1 \pm 1,24\%$ ), não obtendo diferença estatística para o SAF 1 ( $49,5 \pm 1,38\%$ ), que por sua vez não diferiu estatisticamente do SAF 2 ( $47,6 \pm 2,03\%$ ) e pomar de citros com ( $45,1 \pm 2,11\%$ ), segundo teste realizado (Kruskal-Wallis  $X^2 = 12.22$ ,  $gl = 3$ ,  $p\text{-valor} < 0.01$ ) (Figura 12).

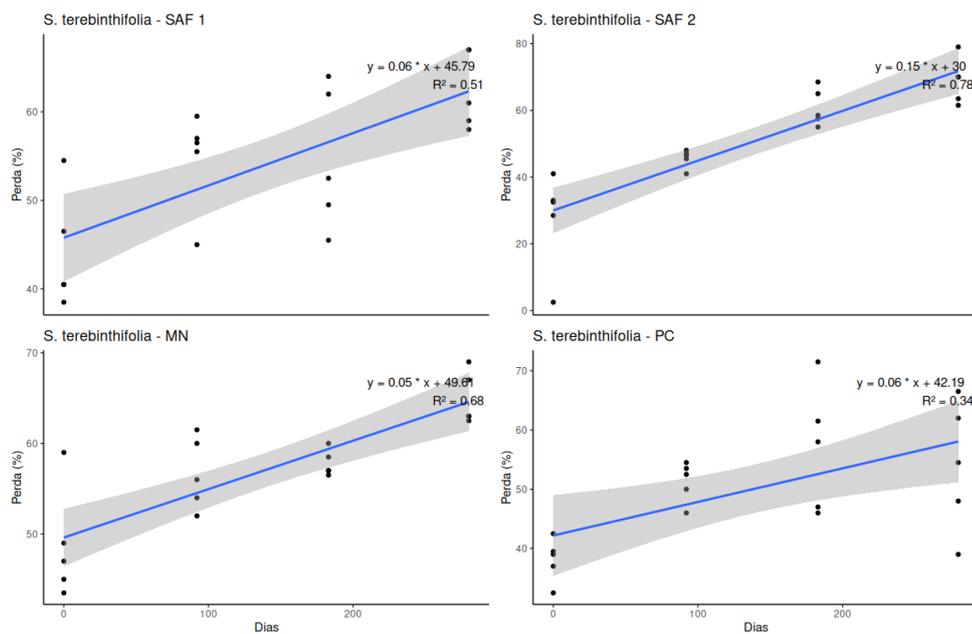
**Figura 12: Gráfico apresentando a decomposição (%), dos diferentes sistemas de produção na propriedade Schiavon no município de Pelotas- RS, no período de junho de 2023 a maio de 2024**



Fonte: Autor

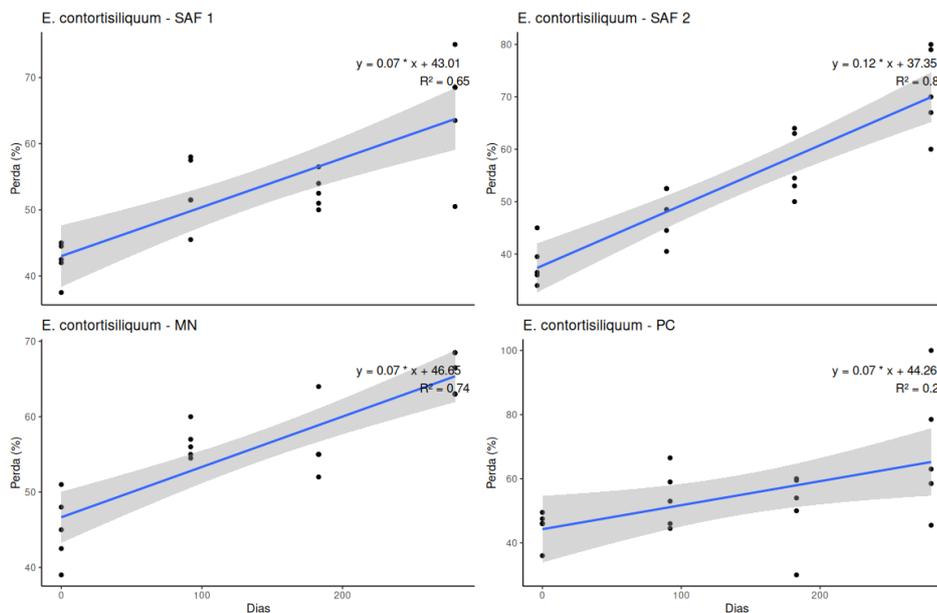
Com relação aos diferentes ambientes, observamos que se seguiu um padrão para três dos quatro locais. Na MN, SAF 1 e SAF 2 a espécie que apresentou a maior taxa de decomposição no menor tempo foi *S. terebinthifolia* (549,7; 561,2 e 521,4 dias, respectivamente); seguido por *E. contortisiliquum* (560,8; 572,3 e 527,7 dias) e por último *A. mearnsii* (641,0; 752,5 e 720,0 dias). O pomar de citros foi o único que teve um comportamento diferente neste a espécie que apresentou maior taxa, foi a *E. contortisiliquum* (569,2 dias), seguida por *S. terebinthifolia* (610,7 dias); e *A. mearnsii* (937,7 dias). (Figuras 13,14 e 15).

**Figura 13: Gráfico da análise de regressão realizada para a *Schinus terebinthifolia*, representando a quantidade aproximada em dias para a decomposição das folhas e pecíolos adicionados nos *Litter bags***



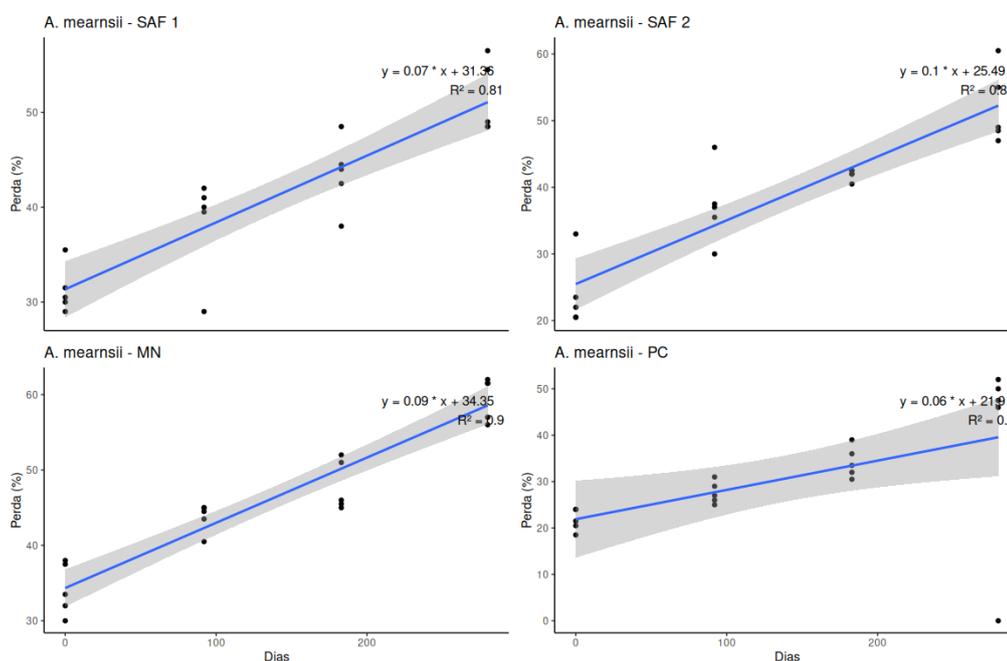
Fonte: Autor

**Figura 14: Gráfico da análise de regressão realizada para a *Enterolobium contortisiliquum*, representando a quantidade aproximada em dias para a decomposição das folhas e pecíolos adicionados nos *Litter bags***



Fonte: Autor

**Figura 15: Gráfico da análise de regressão realizada para a *Acacia mearnsii*, representando a quantidade aproximada em dias para a decomposição das folhas e pecíolos adicionados nos *Litter bags***



Fonte: Autor

## Análise química e microbiológica do solo

### Análise química

A serapilheira da *Enterolobium contortisiliquum* foi a que conteve o maior percentual de nitrogênio seguido pela *Acacia mearnsii*, tal resultado pode estar relacionado a serem abas leguminosas e promovem a fixação biológica diferentemente da *Schinus terebinthifolia*. Este mesmo comportamento foi observado na serapilheira dos diferentes ambientes, onde o maior teor de nitrogênio foi observado no SAF 2, onde ainda se tem a presença da *Acacia mearnsii* em meio as nativas.

**Tabela 1: Composição dos macros e micronutrientes das três espécies estudadas e da serapilheira dos quatro ambientes envolvidos no estudo**

| IDENTIFICAÇÃO                | N    | P    | K    | Ca   | Mg   | Cu | Fe                  | Mn    | Zn |
|------------------------------|------|------|------|------|------|----|---------------------|-------|----|
|                              |      |      | %    |      |      |    | Mg kg <sup>-1</sup> |       |    |
| Serapilheira Acácia          | 1,61 | 0,33 | 1,10 | 1,55 | 0,48 | 18 | 209                 | 252   | 10 |
| Serapilheira Aroeira         | 1,01 | 0,41 | 1,18 | 1,28 | 0,38 | 19 | 209                 | 319   | 8  |
| Serapilheira Timbaúva        | 1,85 | 0,17 | 1,03 | 0,30 | 0,47 | 11 | 441                 | 219   | 9  |
| Serapilheira Pomar de Citros | 1,20 | 0,22 | 1,04 | 2,97 | 0,25 | 29 | >1000               | 435   | 16 |
| Serapilheira Mata Nativa     | 0,97 | 0,10 | 0,01 | 1,35 | 0,27 | 36 | >1000               | >1000 | 34 |
| Serapilheira SAF 1 (10 anos) | 1,10 | 0,16 | 0,66 | 1,63 | 0,27 | 29 | >1000               | >1000 | 37 |
| Serapilheira SAF 2 (6 anos)  | 1,42 | 0,19 | 0,66 | 1,02 | 0,27 | 19 | >1000               | 627   | 34 |

Fonte: Autor

Todos os solos apresentaram o pH ácido, o que apresentou menor acidez foi o do pomar de citros com média de 4,8, isto se deu devido ao valor médio das linhas ter sido alto 5,03, já o SAF 1 foi mais ácido 4,28, onde ambas as médias foram iguais a mata nativa ficou com 4,60 e SAF 2 com média de 4,40 nas linhas e 6,65 nas entrelinhas ficou com 4,50 de média geral ficando ambos como intermediários. Mas como não existe um padrão de pH para espécies florestais na literatura, aparentemente não influenciou no desenvolvimento das árvores. Quanto ao teor de matéria orgânica a mata nativa foi a que obteve maior percentual médio 3,70%, seguido pelo SAF 2 com 2,28%, o SAF 1 apresentou 1,97% e por último o pomar de citros com 1,80%. Podemos observar que todos os sistemas apresentaram a maior taxa de matéria orgânica nas linhas (Tabela 3) Os demais dados referentes a análise química encontram-se nas tabelas 2, 3 e 4 abaixo.

**Tabela 2: Análise química realizada no solo dos diferentes locais envolvidos no estudo na propriedade Schiavon realizada em julho de 2023**

| Local             | pH água<br>1:1 | Índice<br>SMP | H+Al  | Al   | Ca   | Mg   | k    | saturação de bases (%) |       |
|-------------------|----------------|---------------|-------|------|------|------|------|------------------------|-------|
|                   |                |               |       |      |      |      |      | Al                     | Bases |
| Mata Nativa       | 4,60           | 5,50          | 7,60  | 0,40 | 5,50 | 1,20 | 0,40 | 5,30                   | 48    |
| Pomar de citros   | 4,80           | 5,76          | 6,14  | 0,74 | 3,74 | 0,84 | 0,32 | 14,64                  | 44,4  |
| Pomar linhas      | 5,03           | 5,90          | 5,30  | 0,43 | 3,77 | 0,90 | 0,33 | 8,93                   | 48,67 |
| Pomar entrelinhas | 4,45           | 5,55          | 7,40  | 1,20 | 3,70 | 0,75 | 0,30 | 23,20                  | 38,00 |
| SAF 1             | 4,28           | 5,34          | 9,54  | 2,38 | 2,06 | 1,04 | 0,22 | 41,44                  | 27,4  |
| SAF 1 Linhas      | 4,28           | 5,30          | 10,30 | 2,38 | 1,96 | 1,08 | 0,24 | 43,36                  | 26,40 |
| SAF 1 Entrelinhas | 4,28           | 5,40          | 8,60  | 2,38 | 2,18 | 1,00 | 0,20 | 39,05                  | 28,75 |
| SAF 2             | 4,50           | 5,34          | 9,98  | 1,10 | 4,56 | 1,14 | 0,50 | 15,72                  | 40,2  |
| SAF 2 Linhas      | 4,40           | 5,40          | 9,07  | 1,37 | 4,40 | 1,00 | 0,53 | 18,73                  | 41,33 |
| SAF 2 Entrelinhas | 4,65           | 5,25          | 11,35 | 0,70 | 4,80 | 1,35 | 0,45 | 11,20                  | 38,50 |

**Tabela 3: Sequência da análise química do solo**

| Local             | Classe textural | Argila       | M.O  | P     | K      | CTC  |              |
|-------------------|-----------------|--------------|------|-------|--------|------|--------------|
|                   |                 | ..... %..... |      |       |        |      | Efetiva pH 7 |
| Mata nativa       | 3               | 22           | 3,70 | 2,80  | 166,00 | 7,50 | 14,70        |
| Pomar             | 3,,4            | 23           | 1,80 | 13,12 | 124,20 | 5,64 | 11,04        |
| Pomar linhas      | 3,,4            | 24,67        | 1,87 | 19,03 | 126,00 | 5,43 | 10,30        |
| Pomar entrelinhas | 3,,4            | 20,50        | 1,70 | 4,25  | 121,50 | 5,95 | 12,15        |
| SAF 1             | 3,,4            | 20,89        | 1,97 | 6,38  | 90,56  | 5,70 | 12,87        |
| SAF 1 linhas      | 3,,4            | 20,80        | 1,98 | 6,92  | 94,40  | 5,66 | 13,58        |
| SAF 1 entrelinhas | 3,,4            | 21,00        | 1,95 | 5,70  | 85,75  | 5,75 | 11,98        |
| SAF 2             | 3,,4            | 20           | 2,28 | 57,72 | 185,20 | 7,30 | 16,18        |
| SAF 2 linhas      | 3,,4            | 19,67        | 2,33 | 57,47 | 193,67 | 7,30 | 15,00        |
| SAF 2 entrelinhas | 3,,4            | 20,50        | 2,20 | 58,10 | 172,50 | 7,30 | 17,95        |

**Tabela 4: Sequência da análise química do solo**

| Local             | Cu                            | Zn   | Mn    | Fe                | Relação entre cátions |       |      |           |
|-------------------|-------------------------------|------|-------|-------------------|-----------------------|-------|------|-----------|
|                   | .....mg/dm <sup>3</sup> ..... |      |       | g/dm <sup>3</sup> | Ca/Mg                 | Ca/K  | Mg/K | (Ca+Mg)/K |
| Mata nativa       | 0,10                          | 0,80 | 33,20 | 0,90              | 4,60                  | 13,80 | 3,00 | 16,80     |
| Pomar             | 0,10                          | 0,86 | 13,68 | 1,32              | 4,76                  | 11,86 | 2,62 | 14,50     |
| Pomar linhas      | 0,10                          | 1,10 | 12,53 | 1,33              | 4,53                  | 11,57 | 2,70 | 14,27     |
| Pomar entrelinhas | 0,10                          | 0,50 | 15,40 | 1,30              | 5,10                  | 12,30 | 2,50 | 14,85     |
| SAF 1             | 0,11                          | 0,67 | 32,09 | 1,51              | 2,29                  | 9,67  | 4,84 | 14,52     |
| SAF 1 linhas      | 0,12                          | 0,76 | 31,12 | 1,52              | 2,22                  | 8,70  | 4,72 | 13,44     |
| SAF 1 entrelinhas | 0,10                          | 0,55 | 33,30 | 1,50              | 2,38                  | 10,88 | 5,00 | 15,88     |
| SAF 2             | 0,10                          | 1,76 | 27,36 | 1,50              | 4,18                  | 9,34  | 2,30 | 11,64     |
| SAF 2 linhas      | 0,10                          | 1,83 | 29,87 | 1,47              | 4,40                  | 8,23  | 1,87 | 10,10     |
| SAF 2 entrelinhas | 0,10                          | 1,65 | 23,60 | 1,55              | 3,85                  | 11,00 | 2,95 | 13,95     |

Fonte: Autor

### Análise microbiológica

Nas duas coletas de solo realizadas para análise com as enzimas (inverno e verão), os resultados obtidos através da enzima Arilsulfatase na mata nativa foram mais elevados, com média de  $185,03 \pm 17,57$  mg/kg de solo no inverno e  $249,18 \pm 29,57$  mg/kg de solo no verão. O segundo ambiente que obteve maior média foi o pomar de citros com  $128,19 \pm 11,83$  mg/kg no inverno e  $127,03 \pm 9,84$  mg/kg no verão. Os dois sistemas agroflorestais tiveram médias semelhantes (SAF 1 =  $56,3 \pm 6,85$  no inverno e  $112,71 \pm 10,82$  mg/kg verão e SAF 2 =  $54,89 \pm 7,08$  mg/kg no inverno/ $111,23 \pm 10,47$  mg/kg de solo verão).

O mesmo padrão não se repetiu para a FDA (Hidrólise do diacetato de Fluoresceína), onde a mata foi a que teve os menores valores ( $65,66 \pm 0,6$  mg/kg no inverno e  $39,35 \pm 0,43$  mg/kg para o verão), o SAF 2 foi o que teve os melhores

resultados tanto na coleta de inverno  $73,42 \pm 2,45$  e  $43,58 \pm 0,77$  mg/kg no verão, o pomar de citros e SAF 1, foram os intermediários (pomar de citros =  $69,02 \pm 0,26$  mg/kg para o inverno/ $43,22 \pm 1,51$  mg/kg no verão e SAF 1 =  $67,76 \pm 0,87$  mg/kg no inverno/ $42,20 \pm 2,08$  mg/kg de solo verão).

Para a Beta-glicosidase obtivemos uma alternância entre os ambientes com maiores e menores atividades, no inverno o pomar de citros teve média de  $46,24 \pm 13,49$  mg/kg, SAF 2 =  $38,05 \pm 9,17$  mg/kg, mata nativa =  $36,53 \pm 4,70$  mg/kg e SAF 1 com  $26,21 \pm 3,40$  mg/kg de solo. No verão a maior atividade se concentrou no SAF 1 =  $54,86 \pm 13,52$  mg/kg, mata nativa =  $49,75 \pm 8,81$  mg/kg, pomar de citros =  $45,36 \pm 9,81$  mg/kg e SAF 2= $36,03 \pm 4,06$  mg/kg de solo.

**Tabela 5: Apresentação dos dados médios com referência a análise enzimática realizada nas diferentes áreas de estudo**

| ESTAÇÃO | LOCAL     | FDA              | ARILSULFATASE      | BETA-GLICOSIDASE  |
|---------|-----------|------------------|--------------------|-------------------|
| INVERNO | M. NATIVA | $65,66 \pm 0,6$  | $185,03 \pm 17,57$ | $36,53 \pm 4,70$  |
| INVERNO | SAF 2     | $73,42 \pm 2,45$ | $54,89 \pm 7,08$   | $38,05 \pm 9,17$  |
| INVERNO | SAF 1     | $67,76 \pm 0,87$ | $56,23 \pm 6,85$   | $26,21 \pm 3,40$  |
| INVERNO | P. CITROS | $69,02 \pm 0,26$ | $128,19 \pm 11,83$ | $46,24 \pm 13,49$ |
| VERÃO   | M. NATIVA | $39,35 \pm 0,43$ | $249,18 \pm 29,57$ | $49,75 \pm 8,81$  |
| VERÃO   | SAF 2     | $43,58 \pm 0,77$ | $111,23 \pm 10,47$ | $36,03 \pm 4,06$  |
| VERÃO   | SAF 1     | $42,20 \pm 2,08$ | $112,71 \pm 10,82$ | $54,86 \pm 13,52$ |
| VERÃO   | P. CITROS | $43,22 \pm 1,51$ | $127,03 \pm 9,84$  | $45,35 \pm 9,81$  |

## Discussão

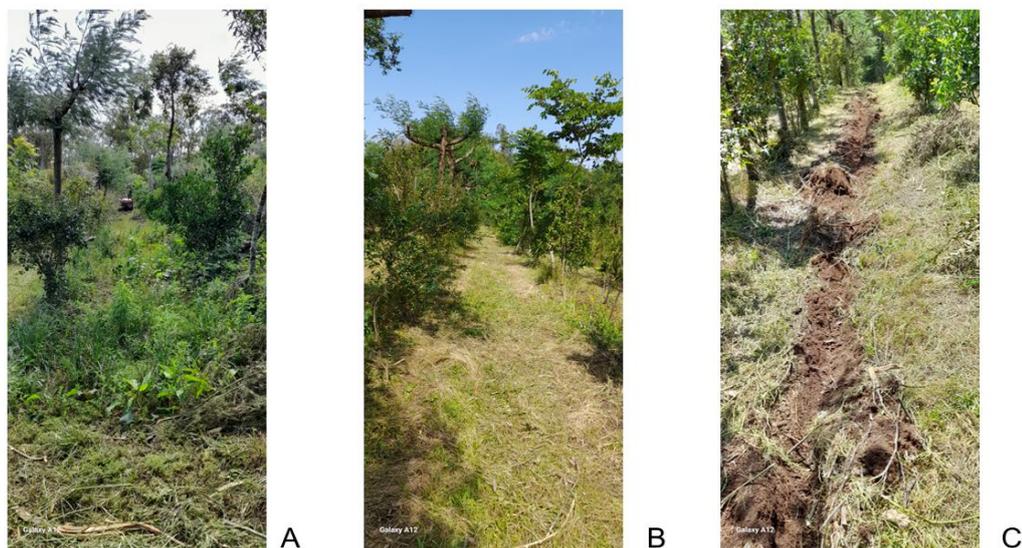
Por estar situado em uma região de clima subtropical e com estações bem definidas, verões quentes, invernos frios e duas intermediárias primavera/outono, encontramos algumas particularidades no comportamento do componente arbóreo das florestas estacionais semidecíduais (IBGE, 2012). Para um melhor desenvolvimento e adaptabilidade, a grande maioria destas espécies nativas e presentes na região são utilizadas para compor os SAFs.

Quando observamos que a maior deposição de material foi no SAF 1, tal comportamento se dá, primeiro, pela presença de espécies caducifólias que são aquelas que perdem suas folhas nos períodos mais críticos do ano, como forma de reter energia. Em segundo pode estar relacionado com o manejo que é realizado em seu interior como a poda das madeiráveis, sendo uma forma de abrir o dossel para passagem de luz para o sub bosque. Além disto, outro fator que pode ter contribuído é o espaçamento entre as linhas, que é menor em torno de 2,5 m, enquanto os outros dois sistemas (SAF 2 com 5 m e pomar de citros com 6 m entre as linhas).

Este último fator também foi observado por Villa et al., (2016), que trabalhando com diferentes espaçamentos, com as entrelinhas menores obteve a maior quantidade de serapilheira depositada. Este mesmo comportamento pode ser considerado para a mata nativa que por sua vez não sofre nenhum manejo artificial, somente o natural de queda de folhas, galhos, frutos e árvores envelhecidas ou que sofreram alguma ação de clima como vendavais.

Quanto ao SAF 2, este ainda se encontra em pleno desenvolvimento das espécies nativas, no momento a exótica utilizada *Acacia mearnsii* (Acácia negra) é que faz o sombreamento da área produzindo biomassa que é fornecida através do processo de poda. Por possuir um espaçamento entre as linhas maior, este tem algumas atividades de manejo realizadas com tração mecânica, sendo roçada e escarificação do solo com trator para semeadura de culturas de cobertura como feijão miúdo (semeadura manual) (Figura 16).

**Figura 16: Manejo no SAF de 5 anos, sendo preparo para semeadura de feijão miúdo nas entrelinhas em dezembro de 2024, (A) Roçada com trator, (B) Área após o manejo, (C) Escarificação de uma linha para semeadura**



Fonte: Autor

O pomar de citros foi o que menos aportou material senescente. Neste sistema, o espaçamento entre as linhas é bem maior que os demais. Outro fator que pode ter contribuído para esta baixa é a presença apenas de arbóreas frutíferas cítricas (laranjeiras e bergamoteiras) que não possuem por característica perder as folhas, diferente de outras frutíferas a exemplo do caqui que está presente no SAF 1 que é uma espécie caducifolia.

Fernandes et al. (2006), avaliando duas formações florestais com monocultivo de *Mimosa caesalpinifolia* Benth (sabiá) e *Carapa guianensis* Aubl (andiroba), em uma mata secundária espontânea no Rio de Janeiro, obtiveram os seguintes valores de aporte para serapilheira: andiroba 9,20 Mg ha<sup>-1</sup>, sabiá com 9,06 Mg ha<sup>-1</sup> e floresta secundária espontânea 7,63 Mg ha<sup>-1</sup> por ano. Podemos observar que os resultados encontrados em nosso estudo foram bem significativos, praticamente três vezes maior quando comparado com este trabalho.

Tal fato pode ser explicado pela alta diversidade de espécies presentes nos SAFs, que contribuem constantemente para o aporte de material no solo, diferentemente de monocultivo onde apenas uma espécie faz este papel. Também pode estar relacionado aos manejos realizados nas áreas para fim de proporcionar uma melhor iluminação no interior dos sistemas. Na mata nativa secundária este fator

pode estar relacionado com as espécies florestais presentes no local em estudo, grande parte delas caducas, perdendo suas folhas em determinada época do ano contribuindo para um aporte significativo.

De Souza & Davide (2001) avaliaram três ambientes em Poços de Caldas (MG): com *Eucalyptus saligna* (Eucalipto), um com mata nativa e um com *Mimosa scabrella* (Bracatinga), respectivamente obtiveram 7,10 Mg ha<sup>1</sup> na área com eucalipto, 4,49 Mg ha<sup>1</sup> na mata nativa e 3,46 Mg ha<sup>1</sup> na bracatinga. Da mesma forma que exemplo anterior, os resultados obtidos neste trabalho são inferiores aos encontrados aqui nos sistemas agroflorestais e na mata nativa. À quantidade depositada ao longo das estações do ano, destacou-se no trabalho que no eucalipto a maior deposição ocorreu em fevereiro e dezembro, na mata ocorreu em maio e setembro e na área com bracatinga ocorreu no mês de outubro. Já em nosso estudo estes períodos foram em ocasiões diferentes, principalmente quando comparado com o eucalipto, já a mata e a bracatinga tiveram o comportamento semelhante aos nossos locais estudados.

Costa et al. (2022), avaliando o aporte de serapilheira, por um período de dez meses em duas áreas de caatinga, uma preservada e outra em estágio secundário de regeneração no município de Cajazeirinhas (PB) encontrou os seguintes resultados acumulados no período 747,22 Kg/ha<sup>1</sup> e 521,74 Kg/ha<sup>1</sup> respectivamente. Tal comportamento pode ser observado em nosso estudo no SAF 1 e 2, onde a diferença de idade e desenvolvimento das espécies arbóreas refletiu na quantidade de serapilheira depositada no solo de cada ambiente.

A decomposição média das folhas e pecíolos da aroeira vermelha e timbaúva foi muito próxima e acima de 50% do material inicial, sendo desta forma bastante significativo, já que estas são nativas e já estão inseridas nos mais diversos sistemas implantados na região. Ambas possuem suas particularidades, a aroeira vermelha não é uma leguminosa, mas possui uma ampla capacidade para produção de biomassa para o sistema anualmente através das operações de podas além de subprodutos que podem ser extraídos de suas sementes, bem como a madeira que pode ser usada pelo produtor para diversas finalidades dentro da propriedade. Por sua vez, a timbaúva é uma leguminosa que possui capacidade de fixar nitrogênio naturalmente, além da perda de material senescente que ao se decompor é incorporado novamente ao solo fechando o ciclo.

A acácia negra foi a que menos decompôs em nosso estudo, pouco mais de 39%, alguns fatores podem ter contribuído para esta baixa taxa. Por possuir folículos

menores estes acabaram passando pelas tramas da tela de nylon que foi utilizada para as outras duas espécies, portanto utilizamos os *litter bags* com tecido de voal este possui as tramas relativamente menores e pode ter influenciado, evitando a ação de alguns microrganismos de decomposição. Alvarez et al. (2008), estudando três espécies na Espanha, obtiveram porcentagem para eucalipto 40%, carvalho 35% e pinho 30% em um período de seis meses, não obtendo diferença estatística entre elas.

**Figura 17: *Litter bags* que foram levados a campo após 90 e dias no SAF 2 (A), aos 180 dias no PC (B), no SAF 2 (D) e aos 260 dias no SAF 1 (C)**



Fonte: Autor

A relação entre o tempo e a velocidade em que o material vai se decompor é correlacionado, uma vez que existem fatores que irão influenciar diretamente. A relação C/N é um dos principais, pois está ligada diretamente com a atividade dos microrganismos. Quanto mais baixa for a relação C/N, mais rápida será a decomposição destes materiais orgânicos e mais rapidamente será disponibilizado os micro e macro nutrientes ao solo.

Outros fatores também estão correlacionados como as propriedades físicas de cada solo, as propriedades físicas e químicas da serapilheira, umidade, cobertura vegetal presente em cada ambiente e a fauna edáfica do solo de cada local tem influência direta neste processo (Alvarez et al., 2008). Além disso, quanto mais

lignificado, mais dificultada será a decomposição, corroborando com trabalhos realizados em regiões semiáridas onde a vegetação possui esta característica como fonte de proteção contra a perda de água para o ambiente.

Cissé et al., (2021), em estudo realizado na zona sul da África Ocidental com três espécies *Azolla africana* Desv., *Detarium microcarpum* Guilla. e Perr. e *Vitellaria paradoxa* CF Gaertn, observaram que material oriundo da *Azolla* quando colocado a se decompor puro apresentou uma velocidade superior às demais espécies citadas, mas quando misturado com as outras duas espécies esse tempo aumentou, porém contribuiu para uma decomposição mais acelerada de *Detarium* e *Vitellaria*.

A grande diversidade de plantas que se encontram no interior dos SAFs, acabam promovendo esta mistura naturalmente, indo ao encontro da conclusão dos autores, que através da mistura de serapilheira de espécies diferentes pode acelerar o processo de decomposição daquelas de baixa qualidade e representa uma opção prática de manejo de biomassa para agricultores melhorarem a ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais.

A utilização de enzimas para avaliar a saúde dos solos no Brasil está sendo amplamente difundida através de diversos trabalhos de campo ao longo de muitos anos. Mas essa interpretação dos valores encontrados principalmente para a arilsulfatase e beta-glicosidase está relacionado com o aumento da produtividade de grãos a longo prazo (Carneiro et al. 2024).

Nunes et al. (2014) em trabalho realizado para quantificação de enzimas na cultura de arroz encontraram uma maior atividade da FDA em um solo com menor quantidade de Fósforo presente. Em nosso estudo este dado não se repetiu uma vez que a maior atividade desta enzima se deu no local com maior concentração para a de menor quantidade de fósforo (SAF 2 > PC > SAF 1 > MN).

A enzima arilsulfatase, está relacionada diretamente ao ciclo do enxofre (Matsuoka et al.; 2003; Nunes et al.; 2014), por não ter sido realizada esta quantificação na análise química, não conseguimos fazer esta correlação com os dados encontrados.

A beta- glicosidase foi a que teve as maiores alternâncias em nosso estudo dentre os ambientes, onde na coleta de inverno o pomar de citros teve a maior atividade, mas na coleta de verão ocorreu no SAF 1. Por estar relacionada ao ciclo do carbono (Matsuoka et al.; 2003) mais estudos devem ser realizados para averiguar tais comportamentos.

## Conclusões

Ao final de um ano de estudos para identificar quais as características encontradas em cada um dos quatro ambientes, foi possível concluir, que a maior concentração de serapilheira acumulada durante este período, foi no SAF 1 (10 anos). Este maior acúmulo de serapilheira, pode estar relacionado a quantidade de linhas presentes neste sistema que são 24, comparado com os demais SAF 2 com 13 e pomar de citros com 7, este maior adensamento das árvores proporcionou uma maior quantidade, quando comparado com a mata nativa esta diferença pode estar ligada a alta diversidade de plantas que ali estão inseridas tanto as nativas bem como espécies frutíferas caducifólias que contribuíram significativamente. Com isto podemos concluir que ao longo dos anos estes sistemas tendem a se estabelecer e se assemelhar aos sistemas nativos.

O período do ano em que ocorreu os maiores acumulados foi divergente entre os quatro ambientes, na mata nativa e no SAF 1 esses momentos ocorreram nos meses correspondentes a primavera verão, já para o SAF 2, ocorreu entre verão e outono e no pomar de citros foi na estação do outono. Estes dois últimos sistemas sofreram influência de atividades relacionadas ao manejo dos mesmos, como as podas e também as roçadas. Quanto ao aporte de nutrientes disponibilizados pela serapilheira exposta sobre o solo, não conseguimos realizar as análises devido ao curto período.

A decomposição entre as diferentes espécies testadas a *Schinus terebinthifolia* (Aroeira vermelha) e *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúva) perderam uma quantidade muito próxima (52,0% e 54,0%) da quantidade inicial respectivamente, enquanto a *Acacia mearnsii* (Acácia negra) perdeu em torno de (39,0 %). Na mata nativa foi onde ocorreu a maior taxa percentual de decomposição em torno de 53,1 %, seguida pelo SAF de 10 anos com 49,5 %, SAF de 5 anos com 47,6 % e o pomar de citros foi o que teve a taxa geral mais baixa 45,1 %. Podemos observar que as nativas além de já estarem estabelecidas tem um grande potencial para serem plantas iniciais, por possuir capacidade de rápida devolução de nutriente ao solo através da queda de material senescente. A mata nativa através das análises enzimáticas foi a que apresentou maiores percentuais, isto pode ter corroborado para que houvesse uma decomposição mais acelerada além de ser um ambiente que não sofre distúrbios em nem a ação humana de manejo diferentemente dos SAFs e pomar de citros. Mas

como não existem trabalhos realizados com enzimas em solos de SAFs, não podemos afirmar, necessitando de mais estudos que reforcem nossas hipóteses iniciais.

## Referências

- ABDO, M. T. V. N., VALERI, S. V., & MARTINS, A. L. M. (2008). **Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante**. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária, 1(2), 50-59.
- ACCIOLY, L J DE O. **Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil**. 2010.
- ALEXANDRE, C. **Funções, usos e degradação do solo**. 2015.
- AGUIAR, M. I., VALE, N. F. L., OLIVEIRA, T. S., & CAMPANHA, M. M. (2011). **Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais**. In: Congresso Norte E Nordeste De Pesquisa E Inovação Tecnológica-Connepi, 6., 2011, Natal. Anais. Natal: SETEC/MEC, 2011. p. 99-107.
- ALVAREZ, E., FERNÁNDEZ M, M.L, TORRADO, V., & FERNÁNDEZ SANJURJO, M J (2008). **Dinâmica dos macronutrientes durante as primeiras fases de decomposição da serapilheira de espécies florestais em zona temperada** (Galiza, noroeste de Espanha). Nutrient Cycling in Agroecosystems, 80, 243-256.
- AMADOR, D. B. (2003). **Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais**.
- ANGHINONI, I., ASSMANN, J., MARTINS, A., COSTA, S., & CARVALHO, P. (2011). **Ciclagem de nutrientes em integração lavoura-pecuária**. Synergismus scyentifica UTFPR, 6(2).
- ARAUJO, R. S., RODRIGUES, F., PIÑA, C. M., MACHADO, M. R., PEREIRA, M. G., & FRAZÃO, F. J. (2012). **Aporte de serapilheira e nutrientes ao solo em três modelos de revegetação na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ**. Floresta e Ambiente, 12(2), 15-21.
- BAUER, D.; SANTOS, EL DOS; SCHMITT, JAIRO L. **Avaliação da decomposição de serapilheira em dois fragmentos de Caatinga no Sertão Paraibano**. Pesquisas Botanica, v. 69, p. 307-318, 2016.
- BELLO, O. C., CUNHA, J. M., CAMPOS, M. C. C., PEREIRA, M. G., SANTOS, L. A. C., MARTINS, T. S., & DE BRITO FILHO, E. G. (2022). **Produção e decomposição de serapilheira em áreas de reflorestamento e floresta nativa no sul do Amazonas**. Ciência Florestal, 32(4), 1854-1875.
- CARNEIRO, R. G. ET AL. **A soil health assessment tool for vegetable cropping systems in tropical soils based on beta-glucosidase, arylsulfatase, and soil organic carbon**. Applied Soil Ecology, v. 198, p. 105394, 2024.
- CISSÉ, M., TRAORÉ, S., & BATIONO, B. A. (2021). **Decomposition and nutrient release from the mixed leaf litter of three agroforestry species in the Sudanian zone of West Africa**. SN Applied Sciences, 3(2), 273.

COSTA, J. P. M. ET AL. **Importância da estrutura vegetacional para a produção e decomposição da serapilheira.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 9, n. 21, p. 171-183, 2022.

CUNHA NETO, F. V., LELES, P. S. S., PEREIRA, M. G., BELLUMATH, V. G. H., & ALONSO, J. M. (2013). **Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais.** Ciência Florestal, 23, 379-387.

DA SILVA, F. C., et al. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009., 2009.

DE SOUSA SILVA, I. A.; FERREIRA, A. R. **Dinâmica do uso e cobertura das terras em Gilbués-PI:** da degradação dos solos ao espaço da agricultura mecanizada. Élisée-Revista de Geografia da UEG, v. 5, n. 2, p. 87-101, 2016.

DE SOUZA, F. L. P. ET AL. **Geotecnologias na avaliação de perdas de solo.** Irriga, v. 24, n. 3, p. 624-644, 2019.

DE SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. **Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (Mimosa scabrella) e eucalipto (Eucalyptus saligna) em áreas de mineração de bauxita.** CERNE, v. 7, n. 1, p. 101-114, 2001.

Dunntest- Dinno, A. (2014). dunn.test: Dunn's Test of Multiple Comparisons Using Rank Sums [Dataset]. In CRAN: Contributed Packages. The R Foundation.

DUARTE, E. M. G. (2007). **Ciclagem de nutrientes por árvores em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Viçosa).**

FAO, Situação de segurança alimentar na América Latina, capítulo 4, 1996. Disponível em: <https://www-fao-org.translate.goog/4/ah833s/Ah833s06.htm? x tr sl=es& x tr tl=pt& x tr hl=pt-BR& x tr pto=sc>

Acesso em 28 de fev. de 2025.

FELIX, D. B. (2018). **Sistemas agroflorestais como alternativa para conservação ambiental:** uma revisão bibliográfica.

FERNANDES, M. M., PEREIRA, M. G., MAGALHÃES, L. M. S., CRUZ, A. R., & GIÁCOMO, R. G. (2006). **Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (Mimosa caesalpiniaefolia Benth.) e andiroba (Carapa guianensis Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ.** Ciência Florestal, 16, 163-175.

Ggplot2 - Wickham H (2016). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4, <https://ggplot2.tidyverse.org>.

GUERRA, A.J.T. **O papel dos solos sob a ótica do geoturismo, da geodiversidade e da geoconservação.** In: Geoturismo, geodiversidade e

geoconservação – abordagens geográficas e geológicas. Organizadores: A.J.T. Guerra e M.C.O. Jorge. Editora Oficina de Textos, São Paulo, p. 111 - 136, 2018

HENZEL, A. B. D., GUARINO, E., NORONHA, A., GOMES, G. C., & MIURA, A. K. (2021). **Vozes Rurais: a racionalidade nos Sistemas Agroflorestais do sul do Brasil**.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série manuais técnicos em Geociências 1. 2ª ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 275p.

INMET - Instituto Nacional De Meteorologia. **Normais climatológicas** (1991/2020). Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>  
Acesso em: 17 mai. 2023.

KRISHNA, M. P., & MOHAN, M. (2017). **Litter decomposition in forest ecosystems: a review**. Energy, Ecology and Environment, 2, 236-249.

LOPES, E. L. **Efeito da compactação do solo no desenvolvimento de nabo forrageiro e sua ação como descompactador biológico**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

LUCENA, C. Y. De S. et al. **O reuso de águas residuais como meio de convivência com a seca no semiárido do Nordeste Brasileiro**. Revista de Geociências do Nordeste, v. 4, p. 1-17, 2018.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. **Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, p. 425-433, 2003.

MENDES, I. D. C., CHAER, G. M., DOS REIS JUNIOR, F. B., DE SOUSA, D. M. G., DA SILVA, O. D. D., OLIVEIRA, M., & MALAQUIAS, J. V. (2021). **Tecnologia BioAS: uma maneira simples e eficiente de avaliar a saúde do solo**.

MORELLATO, L.P.C., ALBERTI, L.F., HUDSON, I.L. 2010. **Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach**. In: I.L. Hudson & M. Keatley (orgs.). Phenological research: methods for environmental and climate change analysis. Springer, New York, pp. 339-359

NAIR, P.K. RAMACHANDRAN. **An introduction to agroforestry**. Springer Science & Business Media, 1993.

OLDEMAN, L. ROEL; HAKKELING, R. T. A.; SOMBROEK, W. G. **World map on status of human-induced soil degradation**. International soil reference and information centre (ISRIC), 1990.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Nações Unidas no Brasil, 2024. Acesso em 2024 dez.  
Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2>

PACHECO, A. (2022). **A potência de um conceito apoiado no " Impacto Mínimo da Produção de Alimentos sobre a Natureza", (ILPF), o Brasil pode dobrar a produção sem promover desmatamentos.**

REZENDE, J., GARCIA, Q. S., SCOTTI, M. R., & LEITÃO, M. M. (1997). **Decomposição de folhas de Dalbergia nigra e de Eucalyptus grandis incubadas em terra de mata e de eucaliptal.** Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas: do substrato ao solo, 3, 136-143.

R CORE TEAM (2024). **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

ROSSET, J. S., COELHO, G. F., GRECO, M., STREY, L., & JUNIOR, A. C. G. (2014). **Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas.** Scientia Agraria Paranaensis, 13(2), 80-94.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. DO S. B.; SAMPAIO, YONY S.B. **Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil.** Revista de Geografia, v. 22, n. 1, p. 90-112, 2005.

SANTOS, G. L. D., PEREIRA, M. G., CORRÊA NETO, T. D. A., MENDONÇA, V. M. M., & MENEZES, C. E. G. (2019). **Ciclagem de nutrientes em diferentes condições topográficas em Floresta Estacional Semidecidual, Pinheiral-RJ.** Ciência Florestal, 29, 1737-1747.

SELLE, G. L. (2008). **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**

SCHEMBERGUE, A., CUNHA, D. A. D., CARLOS, S. D. M., PIRES, M. V., & FARIA, R. M. (2017). **Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil 2.** Revista de Economia e Sociologia Rural, 55, 9-30.

SCORIZA, R. N., PEREIRA, M. G., PEREIRA, G. H. A., MACHADO, D. L., & SILVA, E. M. R. (2017). **Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes.** Série Técnica Floresta e Ambiente, 2, 1-18.

STEENBOCK, W.; VEZZANI, F.M.; COELHO, B.H.S.; SILVA, R.O. **Agrofloresta agroecológica: por uma (re) conexão metabólica do humano com a natureza.** Guaju, v. 6, n. 2, p. 47- 70, 2021.

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.

VITOUSEK, P. M., & SANFORD JR, R. L. (1986). **Nutrient cycling in moist tropical forest.** Annual review of Ecology and Systematics, 17(1), 137-167.

WALTER, B. M. T.; GUARINO, E. DE S. G. **Comparação do método de parcelas com o " levantamento rápido" para amostragem da vegetação arbórea do Cerrado sentido restrito.** Acta Botanica Brasilica, v. 20, p. 285-297, 2006.

## Anexos

## Anexo 1: Lista de espécies arbóreas identificadas no levantamento de campo para caracterização do local de estudo

Tabela 6: Levantamento das espécies arbóreas da mata nativa e suas respectivas porcentagens

| NOME COMUM                 | NOME CIENTIFICO                                     | Nº de indivíduos | Família botânica         | %     |
|----------------------------|---|------------------|--------------------------|-------|
| Bugre                      | <i>Sloanea monosperma</i>                           | 17               | Elaeocarpaceae           | 11,72 |
| Catiguá                    | <i>Trichilia catiguá</i>                            | 35               | Meliaceae                | 24,14 |
| Cedro                      | <i>Cedrela fissilis</i>                             | 3                | Meliaceae                | 2,07  |
| Cincho                     | <i>Sorocea bonplandii</i>                           | 11               | Moraceae                 | 7,59  |
| Canela                     | <i>Nectandra megapotamica ssp</i>                   | 7                | Lauraceae                | 4,83  |
| Tarumã                     | <i>Vitex montevidensis</i>                          | 2                | Lamiaceae                | 1,38  |
| Canjerana                  | <i>Cabralea oblongifoliola</i>                      | 9                | Meliaceae                | 6,21  |
| Capororoca                 | <i>Myrsine ssp</i>                                  | 17               | Myrsinaceae              | 11,72 |
| Tainheiro                  | <i>Alchornea glandulosa Poepp. &amp; Endl</i>       | 2                | Euphorbiaceae            | 1,38  |
| Figueira                   | <i>Ficus SSP</i>                                    | 3                | Moraceae                 | 2,07  |
| Camboatá                   | <i>Matayba elaeagnoides / Cupania vernalis</i>      | 10               | Asteraceae / Sapindeceae | 6,90  |
| Murta                      | <i>Myrtus</i>                                       | 2                | Myrtaceae                | 1,38  |
| Caixeta                    | <i>Tabebuia cassinoides</i>                         | 4                | Bignoniaceae             | 2,76  |
| Batinga                    | <i>Eugenia rostrifolia Legr</i>                     | 1                | Myrtaceae                | 0,69  |
| Erva de bugre              | <i>Casearia sylvestris</i>                          | 2                | Salicaceae               | 1,38  |
| Goiaveira / Goiaba-do-mato | <i>Myrcianthes gigantea</i>                         | 3                | Myrtaceae                | 2,07  |
| Teta de cadela             | <i>Zanthoxylum rhoifolium</i>                       | 1                | Rutaceae                 | 0,69  |
| Cerejeira do rio grande    | <i>Eugenia aggregata</i>                            | 1                | Myrtaceae                | 0,69  |
| Guabirola                  | <i>Campomanesia xanthocarpa</i>                     | 1                | Myrtaceae                | 0,69  |
| Café do mato               | <i>Faramea montevidensis (Cham. e Schlttdl.) DC</i> | 11               | Rubiaceae                | 7,59  |
| Guaçatunga, Pau rachador   | <i>Banara parviflora (A. Gray) Benth</i>            | 3                | Salicaceae               | 2,07  |

Fonte: Autor

## Anexo 2: Lista de espécies implantadas no SAF de 10 anos

Tabela 7: Lista de espécies iniciais implantadas no SAF de 10 anos no momento de sua implantação com seus respectivos usos

| NOME COMUM       | NOME CIENTIFICO                  | USO             | FAMILIA BOTÂNICA |
|------------------|----------------------------------|-----------------|------------------|
| Louro Freijó     | <i>Cordia alliodora</i>          | Madeira         | Boraginaceae     |
| Louro            | <i>Cordia trichotoma</i>         | Madeira         | Boraginaceae     |
| Nós pecã         | <i>Carya illinoensis</i>         | Madeira e Fruto | Juglandaceae     |
| Pitangueira      | <i>Eugenia uniflora</i>          | Madeira e Fruto | Myrtaceae        |
| Chal-chal        | <i>Allophylus edulis</i>         | Madeira e Fruto | Sapindaceae      |
| Angico vermelho  | <i>Parapiptadenia rigida</i>     | Madeira         | Mimosaceae       |
| Uvaia            | <i>Eugenia pyriformis</i>        | Madeira e Fruto | Myrtaceae        |
| Cereja do mato   | <i>Eugenia involucrata</i>       | Madeira e Fruto | Myrtaceae        |
| Cedro            | <i>Cedrela fissilis</i>          | Madeira         | Melanaceae       |
| Uva do japão     | <i>Hovenia dulcis</i>            | Madeira         | Rhamnaceae       |
| Ingá feijão      | <i>Inga marginata</i>            | Madeira e Fruto | Mimosaceae       |
| Pau pólvora      | <i>Trema micrantha</i>           | Madeira         | Cannabaceae      |
| Araçá amarelo    | <i>Psidium cattleianum</i>       | Madeira e Fruto | Myrtaceae        |
| Araçá vermelho   | <i>Psidium cattleianum</i>       | Madeira e Fruto | Myrtaceae        |
| Guaiaveira       | <i>Psidium guajava</i>           | Madeira e Fruto | Myrtaceae        |
| Aroeira vermelha | <i>Schinus terebinthifolia</i>   | Madeira e Fruto | Anacardiaceae    |
| Branquilha comum | <i>Sebastiania commersoniana</i> | Madeira         | Euphorbiaceae    |
| Bracatinga       | <i>Mimosa scabrella</i>          | Madeira         | Fabaceae         |
| Guapuruvu        | <i>Schizolobium parahyba</i>     | Madeira         | Fabaceae         |
| Bugrinho         | <i>Cordia salicifolia</i>        | Madeira         | Boraginaceae     |
| Camboatá branco  | <i>Matayba elaeagnoides</i>      | Madeira         | Asteraceae       |
| Cincho           | <i>Sorocea bonplandi</i>         | Madeira         | Moraceae         |
| Palmito jerivá   | <i>Syagrus romanzoffiana</i>     | Madeira e Fruto | Arecaceae        |

Fonte: Autor

**Tabela 8: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 10 anos com seus respectivos usos**

| <b>NOME COMUM</b>          | <b>NOME CIENTIFICO</b>                | <b>USO</b>           | <b>FAMILIA BOTÂNICA</b> |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>Capororoca</b>          | <i>Myrcine laetevirens</i>            | Madeira              | Myrcinaceae             |
| <b>Tanheiro</b>            | <i>Alchornea triplinervia</i>         | Medicinal            | Euphorbiaceae           |
| <b>Açoita cavalo</b>       | <i>Luhea divaricata</i>               | Madeira              | Malvaceae               |
| <b>Pessegueiro bravo</b>   | <i>Prunus sellowii</i>                | Madeira              | Rosaceae                |
| <b>Murta</b>               | <i>Myrcianthes cisplantensis</i>      | Madeira              | Myrtaceae               |
| <b>Guabiju</b>             | <i>Myrcianthes pungens</i>            | Madeira e Fruto      | Myrtaceae               |
| <b>Fedegoso</b>            | <i>Senna macranthera</i>              | Madeira              | Fabaceae                |
| <b>Aroeira bugre</b>       | <i>Lithaea brasiliensis</i>           | Madeira              | Anacardiaceae           |
| <b>Guabirola</b>           | <i>Campomanesia xanthocarpa</i>       | Madeira e Fruto      | Myrtaceae               |
| <b>Guajuvira</b>           | <i>Patagomula americana</i>           | Madeira              | Boraginaceae            |
| <b>Tarumã de espinho</b>   | <i>Citharexylum montevidense</i>      | Madeira              | Verbenaceae             |
| <b>Amoreira branca</b>     | <i>Morus alba</i>                     | Madeira e Fruto      | Moraceae                |
| <b>Fruto do conde</b>      | <i>Annona squamosa</i>                | Madeira e Fruto      | Anonaceae               |
| <b>Ipê amarelo</b>         | <i>Tabebuia umbrellata</i>            | Madeira e Ornamental | Bignoniaceae            |
| <b>Palmeira real</b>       | <i>Archontophoenix cunninghamiana</i> | Ornamental           | Arecaceae               |
| <b>Canela sebo</b>         | <i>Ocotea puberula</i>                | Madeira              | Lauraceae               |
| <b>Guaçatunga</b>          | <i>Casearia decandra</i>              | Madeira              | Salicaceae              |
| <b>Paineira</b>            | <i>Chorisia speciosa</i>              | Ornamental           | Malvaceae               |
| <b>Aroeira cinzenta</b>    | <i>Schinus lentiscifolius</i>         | Madeira              | Anacardiaceae           |
| <b>Jambolão</b>            | <i>Syzygium cumini</i>                | Madeira e Fruto      | Myrtaceae               |
| <b>Timbaúva</b>            | <i>Enterolobium contortisiliquum</i>  | Madeira              | Fabaceae                |
| <b>Quintrilho</b>          | ..                                    | Madeira              |                         |
| <b>Castanha portuguesa</b> | <i>Castanea sativa</i>                | Madeira              | Fagaceae                |
| <b>Ameixa flor</b>         | <i>Ximenia americana L.</i>           | Madeira              | Olacaceae               |
| <b>Guaramirim</b>          | <i>Plinia rivularis</i>               | Madeira              | Myrtaceae               |

**Tabela 9: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 10 anos com seus respectivos usos**

| <b>NOME COMUM</b>             | <b>NOME CIENTÍFICO</b>             | <b>USO</b>           | <b>FAMILIA BOTÂNICA</b> |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>Pau brasil</b>             | <i>Paubrasilia echinata</i>        | Madeira              | Fabaceae                |
| <b>Goiaba serrana</b>         | <i>Acca selowiana</i>              | Madeira e Fruto      | Myrtaceae               |
| <b>Canela fedida</b>          | <i>Nectandra nediflora</i>         | Madeira              | Lauraceae               |
| <b>Sete copas</b>             | <i>Terminalia mantaly</i>          | Madeira              | Combretaceae            |
| <b>Canafístula</b>            | <i>Pelthophorum dubium</i>         | Madeira              | Fabaceae                |
| <b>Palmeira leque</b>         | <i>Livistona chinensis (Jacq.)</i> | Ornamental           | Arecaceae               |
| <b>Acácia mimosa</b>          | <i>Acacia baileyana</i>            | Madeira              | Fabaceae                |
| <b>Cinamomo</b>               | <i>Melia azedarach</i>             | Madeira              | Meliaceae               |
| <b>Jacarandá</b>              | <i>Jacaranda mimosifolia</i>       | Madeira e Ornamental | Bignoniaceae            |
| <b>Catigua</b>                | <i>Trichilia catigua</i>           | Madeira              | Meliaceae               |
| <b>Pau jacaré</b>             | <i>Piptadenia gonoacantha</i>      | Madeira              | Fabaceae                |
| <b>Cocão</b>                  | <i>Erythroxylum deciduum</i>       | Madeira              | Erythroxylaceae         |
| <b>Periquiteira</b>           | <i>Schinus molle</i>               | Madeira              | Anacardiaceae           |
| <b>Canjerana</b>              | <i>Cabralea oblongifoliola</i>     | Madeira              | Meliaceae               |
| <b>Corno de vaca</b>          | ..                                 | Madeira              |                         |
| <b>Baga de macaco</b>         | <i>Posoqueria latifolia</i>        | Madeira              | Rubiaceae               |
| <b>Jabuticaba</b>             | <i>Plinia cauliflora</i>           | Madeira e Fruto      | Myrtaceae               |
| <b>Goiaba vermelha</b>        | <i>Psidium guajava</i>             | Fruto                | Myrtaceae               |
| <b>Manga</b>                  | <i>Mangifera indica</i>            | Fruto                | Anacardiaceae           |
| <b>Butiá</b>                  | <i>Butia</i>                       | Fruto                | Arecaceae               |
| <b>Caqui chocolate</b>        | <i>Diospyrus kaki L</i>            | Fruto                | Anacardiaceae           |
| <b>Caqui chocolate branco</b> | <i>Diospyrus kaki L</i>            | Fruto                | Anacardiaceae           |
| <b>Caqui comum</b>            | <i>Diospyrus kaki L</i>            | Fruto                | Anacardiaceae           |
| <b>Banana</b>                 | <i>Musa ssp</i>                    | Fruto                | Musaceae                |

**Tabela 10: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 10 anos com seus respectivos usos**

| <b>NOME COMUM</b>                          | <b>NOME CIENTÍFICO</b>                       | <b>USO</b> | <b>FAMILIA BOTÂNICA</b> |
|--|--|------------|-------------------------|
| <b>Ananás</b>                              | <i>Ananas comosus</i>                        | Fruto      | Bromeliaceae            |
| <b>Pera</b>                                | <i>Pyrus</i>                                 | Fruto      | Rosaceae                |
| <b>Nêspera</b>                             | <i>Eriobotrya japonica</i>                   | Fruto      | Rosaceae                |
| <b>Amora</b>                               | <i>Rubus sellowii</i>                        | Fruto      | Rosaceae                |
| <b>Romã</b>                                | <i>Punica granatum</i>                       | Fruto      | Lythraceae              |
| <b>Figo</b>                                | <i>Ficus carica</i>                          | Fruto      | Moraceae                |
| <b>Tomate arbóreo</b>                      | <i>Solanum betaceum</i>                      | Fruto      | Solanaceae              |
| <b>Chuchu</b>                              | <i>Sechium edule</i>                         | Fruto      | Cucurbitaceae           |
| <b>Maracujá</b>                            | <i>Passiflora edulis</i>                     | Fruto      | Passifloraceae          |
| <b>Guabiju</b>                             | <i>Myrcianthes pungens</i>                   | Fruto      | Myrtaceae               |
| <b>Laranja comum</b>                       | <i>Citrus sinensis</i>                       | Fruto      | Rutaceae                |
| <b>Limão</b>                               | <i>Citrus latifolia</i>                      | Fruto      | Rutaceae                |
| <b>Bergamotas (poncã, satsuma, afouré)</b> | <i>Citrus reticulata, unshiu, reticulata</i> | Fruto      | Rutaceae                |
| <b>Laranja do céu</b>                      | <i>Citrus sinensis</i> L. OSBECK VA. MIMO    | Fruto      | Rutaceae                |
| <b>Abacate</b>                             | <i>Persea americana</i>                      | Fruto      | Lauraceae               |
| <b>Inhame</b>                              | <i>Colocasia esculenta</i>                   | Fruto      | Araceae                 |
| <b>Erva mate</b>                           | <i>Ilex paraguariensis</i>                   | Fruto      | Aquifoliaceae           |

Fonte: Autor

### Anexo 3: Lista de espécies implantadas no SAF de 5 anos

Tabela 11: Sequência da lista de espécies implantadas no SAF de 5 anos com seus respectivos usos

| NOME COMUM              | NOME CIENTIFICO                | USO                   | FAMILIA BOTÂNICA |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------|
| Acácia Negra            | <i>Acacia decurrens</i>        | Madeira               | Fabaceae         |
| Açoita Cavallo          | <i>Luehea divaricata</i>       | Madeira               | Malvaceae        |
| Angico                  | <i>Parapitadenia rigida</i>    | Madeira               | Mimosaceae       |
| Aroeira Brava           | <i>Lihea brasiliensis</i>      | Madeira               | Anacardiaceae    |
| Aroeira Salsa           | <i>Schinus molle</i>           | Madeira               | Anacardiaceae    |
| Aroeira Vermelha        | <i>Schinus terebinthifolia</i> | Madeira e Condimentar | Anacardiaceae    |
| Bracatinga              | <i>Mimosa scabrella</i>        | Madeira               | Mimosaceae       |
| Camboatá Branco         | * <i>Mataybaintermedia</i>     | Madeira               | Sapindaceae      |
| Camboatá Vermelho       | <i>Cupania vernalis</i>        | Madeira               | Sapindaceae      |
| Canela Preta            | <i>Ocotea catharinensis</i>    | Madeira               | Lauraceae        |
| Canela sebo             | <i>Endicheria paniculata</i>   | Madeira               | Lauraceae        |
| Canjerana               | <i>Cabrelia canjerana</i>      | Madeira               | Meliaceae        |
| Capororoca              | <i>Myrsine carioaceae</i>      | Madeira               | Myrsinaceae      |
| Capororocão             | <i>Myrsine Balansae</i>        | Madeira               | Myrsinaceae      |
| Capororoquinha          | <i>Myrsine sp.</i>             | Madeira               | Myrsinaceae      |
| Cedro                   | <i>Cedrela fissillis</i>       | Madeira               | Meliaceae        |
| Cerejeira do rio grande | <i>Eugenia involucrata</i>     | Madeira               | Myrtaceae        |
| Chá de bugre            | <i>Casearia silvestres</i>     | Madeira               | Boraginaceae     |
| Chal-chal               | <i>Allophylus edulis</i>       | Madeira               | Sapindaceae      |
| Cinamomo                | <i>Melia asedarach</i>         | Madeira               | Meliaceae        |
| Cocão                   | <i>Erythroxylum argentinum</i> | Madeira               | Erythroxylaceae  |
| Congonha                | <i>Ilex sp.</i>                | Madeira               | Aquifoliaceas    |
| Embira                  | <i>Daphnopsis racemosa</i>     | Madeira               | Thymelaeaceae    |
| Erva mate               | <i>Ilex paraguayensis</i>      | Madeira               | Aquifoliaceas    |
| Farinha seca            | <i>Banara Parviflora</i>       | Madeira               | Salicaceae       |
| Fumo bravo              | <i>Solanum Mauritianum</i>     | Madeira               | Solanaceae       |

Tabela 12: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 5 anos com seus respectivos usos

| NOME COMUM               | NOME CIENTÍFICO                      | USO              | FAMILIA BOTÂNICA |
|--------------------------|--------------------------------------|------------------|------------------|
| <b>Grandiuva</b>         | <i>Trema micrantha</i>               | Madeira          | Rosaceae         |
| <b>Guaçatunga</b>        | <i>Casearia decandra</i>             | Madeira          | Flacourtiaceae   |
| <b>Guajuvira</b>         | <i>Patagonula americana</i>          | Madeira          | Boraginaceae     |
| <b>Ingá banana</b>       | <i>Inga vera</i>                     | Madeira          | Mimosaceae       |
| <b>Ingá Feijão</b>       | <i>Inga marginata</i>                | Madeira          | Mimosaceae       |
| <b>Jambolão</b>          | <i>Syzygium cumini</i>               | Madeira          | Myrtaceae        |
| <b>Jerivá</b>            | <i>Syagrus ramanzoffiana</i>         | Fruto            | Aracaceae        |
| <b>Leucena</b>           | <i>Leucaena alba</i>                 | Madeira          | Fabaceae         |
| <b>Louro pardo</b>       | <i>Cordia trichotoma</i>             | Madeira          | Boraginaceae     |
| <b>Murta</b>             | <i>Blepharocalyx salicifolius</i>    | Madeira          | Myrtaceae        |
| <b>Não-me-toque</b>      | <i>Dasyphyllum spinenses</i>         | Madeira          | Asteraceae       |
| <b>Pêssego bravo</b>     | <i>Prunus sp.</i>                    | Madeira          | Rosaceae         |
| <b>Sabão de soldado</b>  | <i>Quillaja brasiliensis</i>         | Madeira          | Quillajaceae     |
| <b>Tanheiro</b>          | <i>Alchornea Glandulosa</i>          | Madeira          | Euforbiáceae     |
| <b>Tarumã de espinho</b> | <i>Citharexylum montevidensis</i>    | Madeira          | Verbenaceae      |
| <b>Teta de cadela</b>    | <i>Zanthoxylum fagara</i>            | Madeira          | Moraceae         |
| <b>Timbaúva</b>          | <i>Enterolobium contortisiliquum</i> | Madeira          | Mimosaceae       |
| <b>*Jabuticaba</b>       | <i>Myrciaria cauliflora</i>          | Madeira e Fruto  | Myrtaceae        |
| <b>Goiaba vermelha</b>   | <i>Psidium guajava</i>               | Madeira e Fruto  | Myrtaceae        |
| <b>Goiaba branca</b>     | <i>Psidium guajava</i>               | Madeira e Fruto  | Myrtaceae        |
| <b>Manga</b>             | <i>Mangifera indica</i>              | Madeira e Fruto  | Anacardiaceae    |
| <b>Butiá</b>             | <i>Butia odorata</i>                 | Fruto            | Arecaceae        |
| <b>Caqui</b>             | <i>Diospyros kaki</i>                | Madeira e Fruto  | Ebenaceae        |
| <b>Banana</b>            | <i>Musa sp.</i>                      | Fruto e Biomassa | Musaceae         |
| <b>Ananás</b>            | <i>Ananas comosus</i>                | Fruto            | Bromeliaceae     |
| <b>Pera</b>              | <i>Pyrus</i>                         | Madeira e Fruto  | Rosaceae         |
| <b>Nêspera</b>           | <i>Eriobotrya japonica</i>           | Madeira e Fruto  | Rosaceae         |

**Tabela 13: Sequência da lista de espécies arbóreas do SAF de 5 anos com seus respectivos usos**

| <b>NOME COMUM</b>           | <b>NOME CIENTÍFICO</b>            | <b>USO</b>      | <b>FAMILIA BOTÂNICA</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>Amora</b>                | <i>Rubus sellowii</i>             | Fruto           | Rosaceae                |
| <b>Romã</b>                 | <i>Punica granatum</i>            | Fruto           | Punicaceae              |
| <b>Figo</b>                 | <i>Ficus carica</i>               | Fruto           | Moraceae                |
| <b>Tomate arbóreo</b>       | <i>Solanum betaceum</i>           | Fruto           | Solanáceae              |
| <b>Guabiroba</b>            | <i>Campomanesia xanthocarpa</i>   | Madeira e Fruto | Myrtaceae               |
| <b>Chuchu</b>               | <i>Sechium edule</i>              | Fruto           | Curcubitaceae           |
| <b>Jabuticaba</b>           | <i>Plinia cauliflora</i>          | Madeira e Fruto | Myrtaceae               |
| <b>Maracujá</b>             | <i>Passiflora edulis</i>          | Fruto           | Passifloraceae          |
| <b>Araçá vermelho</b>       | <i>Psidium cattleianum</i>        | Madeira e Fruto | Myrtaceae               |
| <b>Guabiju</b>              | <i>Myrcianthes pungens</i>        | Madeira e Fruto | Myrtaceae               |
| <b>Pitangueira</b>          | <i>Eugenia uniflora</i>           | Madeira e Fruto | Myrtaceae               |
| <b>Uva do japão</b>         | <i>Hovenia dulcis</i>             | Fruto           | Rhamnaceae              |
| <b>Uvaia</b>                | <i>Eugenia pyriformis</i>         | Madeira e Fruto | Myrtaceae               |
| <b>Margarida flor</b>       | <i>Bellis perennis</i>            | Ornamental      | Asteraceae              |
| <b>Girassol flor</b>        | <i>Helianthus annus</i>           | Ornamental      | Asteraceae              |
| <b>Margaridão flor</b>      | <i>Sphagneticola trilobata</i>    | Ornamental      | Asteraceae              |
| <b>Dália flor</b>           | <i>Dahlia pinnata</i>             | Ornamental      | Asteraceae              |
| <b>Falsa bananeira flor</b> | <i>Ensete ventricosum</i>         | Ornamental      | Musaceae                |
| <b>Gengibre</b>             | <i>Zingiber officinale roscoe</i> | Fruto           | Zingiberaceae           |
| <b>Vermelhão</b>            | *                                 | *               | *                       |
| <b>Cará muela</b>           | <i>Dioscorea bulbifera</i>        | Fruto           | Dioscoreaceae           |

Fonte: Autor

#### Anexo 4: Média total de serapilheira dos diferentes locais

Tabela 14: Média total de serapilheira acumulada em cada ambiente, médias mensais acumuladas e quantidade média de cada dado analisado

| LOCAL           | Total MG/ha    | Total Mensal MG/ha | Folhas MG/ha  | Galhos MG/ha  | Miscelânea Mg/ha |
|-----------------|----------------|--------------------|---------------|---------------|------------------|
| Pomar de Citros | 4,060 ± 0,069  | 0,297 ± 0,042      | 0,060 ± 0,009 | 0,012 ± 0,003 | 0,222 ± 0,004    |
| Mata Nativa     | 26,500 ± 0,393 | 1,680 ± 0,091      | 0,846 ± 0,051 | 0,143 ± 0,009 | 0,703 ± 0,540    |
| SAF 1 (11 anos) | 36,500 ± 0,408 | 2,520 ± 0,170      | 0,602 ± 0,044 | 0,243 ± 0,018 | 1,670 ± 0,137    |
| SAF 2 (6 anos)  | 12,800 ± 0,204 | 0,884 ± 0,094      | 0,127 ± 0,045 | 0,075 ± 0,001 | 0,682 ± 0,075    |

Fonte: Autor

#### Anexo 5: Média mensal de serapilheira nos diferentes locais

Tabela 15: Média mais ou menos erro padrão da quantidade mensal de serapilheira acumulada em cada ambiente durante ano de análise

| Mês       | Pomar de Citros | Mata Nativa | SAF 1 (11 anos) | SAF 2 (6 anos) |
|-----------|-----------------|-------------|-----------------|----------------|
| Junho     | 0,64 ± 0,21     | 2,54 ± 0,46 | 3,22 ± 0,45     | 0,92 ± 0,39    |
| Julho     | 0,37 ± 0,12     | 1,81 ± 0,28 | 4,28 ± 0,97     | 1,00 ± 0,48    |
| Agosto    | 0,08 ± 0,03     | 2,18 ± 0,43 | 4,64 ± 1,00     | 0,52 ± 0,18    |
| Setembro  | 0,50 ± 0,25     | 2,06 ± 0,31 | 2,53 ± 0,46     | 0,57 ± 0,15    |
| Outubro   | 0,13 ± 0,07     | 1,54 ± 0,19 | 2,93 ± 0,75     | 0,23 ± 0,07    |
| Novembro  | 0,05 ± 0,02     | 2,38 ± 0,17 | 2,46 ± 0,49     | 0,21 ± 0,05    |
| Dezembro  | 0,00 ± 0,00     | 2,19 ± 0,31 | 1,89 ± 0,38     | 1,14 ± 0,30    |
| Janeiro   | 0,02 ± 0,02     | 1,01 ± 0,15 | 1,60 ± 0,28     | 1,56 ± 0,56    |
| Fevereiro | 0,41 ± 0,17     | 0,54 ± 0,06 | 1,53 ± 0,37     | 1,04 ± 0,32    |
| Março     | 0,33 ± 0,14     | 0,83 ± 0,14 | 1,20 ± 0,29     | 0,20 ± 0,04    |
| Abril     | 0,24 ± 0,09     | 1,86 ± 0,33 | 2,11 ± 0,41     | 0,67 ± 0,14    |
| Mai       | 0,75 ± 0,19     | 1,26 ± 0,25 | 1,80 ± 0,28     | 2,56 ± 0,28    |

Fonte: Autor