

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

LUCAS LÁZARO CIRINEU SANTOS

**ESTOQUE DE SERAPILHEIRA, FERTILIDADE DO SOLO E BANCO DE
SEMENTES EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA PÓS COLHEITA DE *Pinus*
spp., SANTA CATARINA, BRASIL.**

Lages, SC.

2022

Lucas Lázaro Cirineu Santos

**ESTOQUE DE SERAPILHEIRA, FERTILIDADE DO SOLO E BANCO DE
SEMENTES EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA PÓS COLHEITA DE *Pinus*
spp., SANTA CATARINA, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Engenharia Florestal da
Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, como parte
das exigências para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Dr.^a Maria Raquel Kanieski.

Co-orientador: Dr. Márcio Carlos Navroski.

Lages, SC.

2022

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática
da Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Santos, Lucas Lázaro Cirineu

ESTOQUE DE SERAPILHEIRA, FERTILIDADE DO SOLO
E BANCO DE SEMENTES EM FLORESTA OMBRÓFILA
MISTA PÓS COLHEITA DE Pinus spp., SANTA CATARINA,
BRASIL. / Lucas Lázaro Cirineu Santos. -- 2022.

63 p.

Orientadora: Marial Raquel Kanieski

Coorientador: Márcio Carlos Navroski

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação, Lages, 2022.

1. Ladeira. 2. Retenção Hídrica. 3. Mata Atlântica. 4.
Restauração Florestal. I. Kanieski, Marial Raquel. II. Navroski,
Márcio Carlos. III. Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação .
IV. Título.

LUCAS LÁZARO CIRINEU SANTOS

**ESTOQUE DE SERAPILHEIRA, FERTILIDADE DO SOLO E BANCO DE
SEMENTES EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA PÓS COLHEITA DE *Pinus*
spp., SANTA CATARINA, BRASIL.**

Banca examinadora

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Raquel Kanieski
UDESC, LAGES – SC.

Membro interno: Prof. Dr. Juliano Pereira Gomes.
UDESC, LAGES – SC.

Membro externo: Prof. Dr. Breno Pinto Rayol
UFRA, BELÉM – PA.

UDESC, LAGES – SC.

Lages, 24 de fevereiro de 2022.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por me conceder sabedoria, garra e principalmente coragem para seguir meus sonhos.

A minha família, que mesmo estando longe, sempre me deu apoio para eu me tornar aquilo que sempre quis.

A minha espetacular mãe Raquel de Fátima que com muita garra conseguiu me criar da melhor forma possível e sempre fez aquilo que estava ao seu alcance para eu ser feliz e ter tido todas as oportunidades que são raras para alguém da periferia.

Aos meus eternos amigos do Oito André Alves, Lidi Puget, Silas Sousa, Neto Lopes, Priscila Moraes, Camille Rocha, Aline Braga por toda a torcida, carinho e amor ao longo de mais de uma década de amizade.

Aos meus queridos amigos Lucio Rech e Matheus Salamon pela incrível e divertida amizade e pelo acolhimento em Lages.

A Talissa Magno e Ivan Pinheiro pela jornada que foi sair de nossas cidades para dividir um apartamento na outra ponta do país e passar por todos os perrengues que a vida adulta proporciona e que certamente serviu para estreitar mais ainda nossos laços e nos tornar pessoas melhores.

A minha orientadora Maria Raquel Kanieski que, mesmo durante o delicado período de pandemia, conseguiu me fornecer amplo conhecimento e me orientou da melhor forma possível, sempre se mostrando presente durante o período do mestrado.

Ao meu coorientador Márcio Carlos Navroski pelos esclarecimentos na parte mais complexa do desenvolvimento do trabalho.

A Klabin pela disponibilidade da área para coleta de dados.

A Marina Pires por sempre me escutar, me aconselhar e me ajudar nas horas mais tensas durante a realização deste projeto e por sempre me oferecer um ombro amigo quando precisei.

A todos os meus amigos do Pará que tive a honra de conhecer em Santa Catarina Betel Cavalcante, Adam Lavareda, Aline Senna e Marina Cardoso.

E um agradecimento especial para Alice Zanoello e Carol Barroco pela amizade mais linda e sincera que alguém pode ter na vida.

“Pra quem nasceu de asa, o pecado é não voar”

Pitty.

SANTOS, L.L.C. Estoque de serapilheira, fertilidade do solo e banco de sementes em Floresta Ombrófila Mista pós colheita de *Pinus* spp., Santa Catarina, Brasil. Santa Catarina, Brasil. 2021. 70 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Lages, SC, 2022.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi quantificar o estoque e a capacidade de retenção hídrica na serapilheira acumulada, os nutrientes do solo e o banco de sementes em áreas em processo de restauração florestal que passaram por extração de *Pinus* spp., em Santa Catarina. O estudo foi realizado na Fazenda Campo de Dentro, localizada no município de Otacílio Costa, SC. As áreas passaram por exploração madeireira em diferentes anos, resultando em seis idades em processo de restauração passiva. Foram instaladas 24 parcelas de 25 m x 4 m. Em cada parcela foram realizadas cinco coletas da serapilheira com o auxílio de um gabarito de madeira de 0,25 m², totalizando 120 coletas. Para a análise química do solo, foram realizadas 120 coletas de solo a uma profundidade de 20 centímetros, com o auxílio de um trado holandês. A metodologia empregada para o banco de sementes consistiu em realizar 48 amostras de solo a uma profundidade de 5 centímetros, utilizando um gabarito de madeira de 0,5 m x 0,5 m. A Capacidade de Retenção Hídrica foi determinada pelo método de Blow. A média de serapilheira da área foi igual a 4,45 Mg.ha⁻¹. A capacidade de retenção hídrica apresentou média igual a 398,93%. Os solos apresentaram pH baixo, que indica elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes. Foram contabilizados 411 indivíduos que emergiram no banco de sementes. As áreas mais antigas em processo de restauração florestal apresentaram maior estoque de serapilheira. A capacidade de retenção hídrica foi observada na idade mais avançada de restauração, porém áreas mais jovens também apresentaram altos valores desta variável.

Palavras-chave: Liteira. Retenção hídrica. Mata Atlântica. Restauração florestal.

SANTOS, L.L.C. Litter stock, soil fertility and seed bank in a Mixed Ombrophylous Forest after *Pinus* spp. harvest, Santa Catarina, Brazil. 2021. 70 p. Dissertation (Master in Forest Engineering) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Lages, SC, 2022.

ABSTRACT

The objective of this work was to quantify the stock and water retention capacity in the accumulated burlap, soil nutrients, and seed bank in areas undergoing forest restoration that have undergone extraction of *Pinus* spp. in Santa Catarina. The study was conducted at Campo de Dentro Farm, located in the municipality of Otacílio Costa, SC. The areas went through logging in different years, and six ages were in the process of passive restoration. Twenty-four 25 m x 4 m plots were installed. In each plot, five collections were made, with a 0.25 m² wooden template totaling 120 liters of litter. For the chemical analysis of the soil, 120 soil collections were made at a depth of 20 centimeters with a Dutch auger. The methodology used for the seed bank consisted of 48 soil samples taken at a depth of 5 centimeters, using a 0.5m x 0.5m wooden template. The Water Retention Capacity was determined using the Blow method. The average amount of litter in the area was 4.45 Mg.ha⁻¹. The water retention capacity presented an average of 398.93%. The soil showed low pH, indicating high acidity and low nutrient availability. Four hundred eleven individuals emerged from the seed bank. The oldest areas in forest restoration presented a greater accumulation of litter. The more significant retention capacity was observed in the most advanced age of restoration, but younger sites also showed high values of this variable.

Keywords: Litter. Water retention. Atlantic Forest. Forest restoration

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1: Mapa de localização do município de Otacílio Costa, onde fica localizada a Fazenda Campo de Dentro..... | 23 |
| Figura 2: Dados históricos da precipitação pluviométrica em Otacílio Costa..... | 24 |
| Figura 3: Mapa da Fazenda Campo de Dentro com as áreas em processo de restauração passiva..... | 25 |
| Figura 4: (A) Gabarito com dimensões de 0,25 m ² utilizado para a coleta de serapilheira. (B) Serapilheira coletada em campo armazenada em sacolas de plástico..... | 26 |
| Figura 5: (A) Amostras de serapilheira imersas em água para determinação do peso úmido. (B) Amostras em peneira para o escoamento do excesso de água para a determinação da Capacidade de Retenção Hídrica..... | 25 |
| Figura 6: (A) Trado holandês usando para coleta de solos. (B) Amostra de solo coletada a uma profundidade de 20 centímetros..... | 28 |
| Figura 7: Estoque de serapilheira das idades em processo de restauração e Teste Tukey de comparação de médias da serapilheira a 5% de significância..... | 29 |
| Figura 8: Capacidade de retenção hídrica (CRH%) e Teste Tukey de comparação de média da CRH a 5% de significância..... | 31 |
| Figura 9: Gráfico de dispersão entre o estoque de serapilheira e a capacidade de retenção hídrica..... | 32 |
| Figura 10: Relação dos elementos (cmolc/dm ³) com o acúmulo de serapilheira..... | 36 |
| Figura 11: Relação dos elementos (mg/dm ³) com o acúmulo de serapilheira..... | 37 |
| Figura 12: Mapa de localização do município de Otacílio Costa, onde fica localizada a Fazenda Campo de Dentro..... | 47 |
| Figura 13: Dados históricos da precipitação pluviométrica em Otacílio Costa..... | 48 |
| Figura 14: Mapa da Fazenda Campo de Dentro com as áreas em processo de restauração passiva..... | 52 |
| Figura 15: Coletas de solo..... | 53 |
| Figura 16: (A) Casa de vegetação. (B) Amostras em bandejas de plástico..... | 53 |
| Figura 17: Gráfico do número de espécies por família encontradas..... | 56 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Análise química do solo nas áreas de estudo..... | 34 |
| Tabela 2: Lista de espécies levantadas na área de estudo..... | 48 |
| Tabela 3: Espécies encontradas no banco de sementes..... | 54 |
| Tabela 4: Índice de Shannon de outras pesquisas realizadas..... | 56 |
| Tabela 5: Índice de Shannon das áreas do presente estudo..... | 56 |

SUMÁRIO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO GERAL | 13 |
| 2 | OBJETIVOS | 15 |
| | 2.2 GERAL | 15 |
| | 2.3 ESPECÍFICOS | 15 |
| 3 | HIPÓTESES | 16 |
| 4 | CAPÍTULO I – Estoque e capacidade de retenção hídrica da serapilheira acumulada e nutrientes do solo em Floresta Ombrófila Mista. | 17 |
| 5 | INTRODUÇÃO | 18 |
| 6 | MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| | 6.1 Área de estudo | 20 |
| | 6.2 Coleta de dados | 23 |
| | 6.3 Análise estatística | 26 |
| 7 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| | 7.1 Serrapilheira Acumulada | 26 |
| | 7.2 Capacidade de retenção hídrica (CRH%) | 29 |
| | 7.3 Correlação Linear de Pearson (r) | 30 |
| | 7.4 Análise da fertilidade do solo | 32 |
| 8 | CONCLUSÃO | 36 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 37 |
| 9 | CAPÍTULO II – EMERGÊNCIA DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM ÁREAS PÓS COLHEITA DE <i>Pinus</i> spp. EM SANTA CATARINA, BRASIL. 42 | |
| 10 | INTRODUÇÃO | 43 |
| 11 | MATERIAL E MÉTODOS | 45 |
| | 11.1 Área de estudo | 45 |
| | 11.2 Coleta de dados | 50 |
| 12 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 52 |
| 13 | CONCLUSÃO | 57 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |
| 14 | CONCLUSÃO GERAL | 61 |
| | REFERÊNCIAS GERAIS | 62 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o país mais rico em termos de biodiversidade no mundo, e a restauração de áreas degradadas vem se tornando uma atividade de grande importância frente ao acelerado processo de desmatamento que ocorre no país (OLIVEIRA et al., 2018). O desenvolvimento no Brasil é caracterizado por uma intensa exploração do meio ambiente e a crescente demanda por recursos para a obtenção do progresso induziu a ocupação e exploração de várias áreas, sem um adequado planejamento, levando a uma rápida degradação do meio (CAMPOS et al., 2008).

A possibilidade de aquisição de produtos florestais madeireiros e não madeireiros, provenientes da grande riqueza e diversidade das florestas tropicais, foi a primeira causa do processo histórico de degradação e fragmentação desses ecossistemas, que estão sendo utilizados amplamente ao longo da história (OLIVEIRA; ENGEL, 2017). Dos seis biomas brasileiros, dois deles encontram-se em estado crítico de degradação ambiental, a Mata Atlântica e o Cerrado, que são considerados *hotspots* da biodiversidade devido ao seu grau de degradação e endemismo de espécies.

A Mata Atlântica é considerada um dos maiores biomas do país, porém vem sofrendo intervenções de diversas naturezas ao decorrer da história, ações que foram intensificadas no século XX devido atividade antrópica (BARBOSA; MANSANO, 2018). Este é um dos biomas mais devastados e ameaçados do planeta, sofrendo um rápido ritmo de mudança, justificando-se, assim, a necessidade de intervenções que almejam a sua conservação (CARDOSO, 2016).

Dentre as fitofisionomias de ocorrência na Mata Atlântica na região Sul, destaca-se a Floresta Ombrófila Mista (FOM), que tem como espécie característica *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que ocorre com grande frequência e possui madeira de elevada qualidade, sendo alvo de demasiada exploração madeireira, reduzindo, assim, a área de ocorrência original da formação florestal (MEDEIROS; SAVI; BRITO, 2005). A Floresta Ombrófila Mista (FOM), também denominada de Floresta com araucária, é uma das principais formações vegetacionais da região sul do Brasil (TURMINA et al., 2020). De acordo com Silva et al. (2012), a Floresta Ombrófila Mista passou por intensos processos de exploração no Sul do Brasil e no Estado de Santa Catarina, sendo que essa exploração foi bastante acentuada nas décadas

de 50 e 60, durante o ciclo da araucária, sendo essenciais investimentos na restauração ecológica dessa formação.

No planalto catarinense, a FOM foi alvo de grande exploração pela indústria madeireira, o que causou a quase exaustão dos recursos naturais e esse processo afetou duas principais espécies, *Araucaria angustifolia* e *Ocotea porosa* (Nees), restando apenas fragmentos dessa vegetação (CALDATO; LONGHI; FLOSS, 1999).

A restauração ecológica se caracteriza como uma atividade proposital que inicia ou acelera a recuperação de um determinado ecossistema em relação à sua saúde, integridade e sustentabilidade (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION, 2004). Quando os princípios da restauração ecológica são aplicados a ecossistemas florestais, tem-se, então, a restauração florestal. A restauração florestal objetiva a reconstrução gradual da floresta, resgatando sua biodiversidade, função ecológica e sustentabilidade ao longo do tempo, retomando várias espécies diferentes, incluindo outras formas de vidas além de árvores, como ervas, arbustos, cipós e fauna (ANDRADE NETO et al., 2015). O processo de restauração florestal deve ser capaz de oferecer o restabelecimento das relações ecológicas e da sucessão vegetal em ambientes degradados (KLIPPEL et al., 2016). Ou seja, deve ser capaz de estabelecer um ecossistema com capacidade de promover serviços ecossistêmicos, como a proteção do solo, fornecimento de matéria orgânica, proteção de recursos hídricos e abrigo para fauna.

O estabelecimento de uma comunidade vegetal é almejado na restauração florestal, visto que os indivíduos arbóreos desempenham um relevante papel nos sistemas onde estão inseridos. Ao longo de seu crescimento e desenvolvimento, os indivíduos arbóreos adicionam matéria orgânica ao solo via deposição de serapilheira e renovação do sistema radicular, influenciando os atributos físicos do solo como densidade, porosidade, aeração, capacidade de infiltração e retenção de água e formação e estabilização dos agregados (CUNHA NETO et al., 2013).

2 OBJETIVOS

2.2 GERAL

Avaliar a serapilheira, os nutrientes e o banco de sementes do solo em áreas que passaram por atividade silvícola no município de Otacílio Costa, Santa Catarina.

2.3 ESPECÍFICOS

- Determinar o estoque de serapilheira.
- Determinar a capacidade de retenção hídrica da serapilheira acumulada.
- Analisar a fertilidade do solo das áreas em processo de restauração passiva.
- Identificar as espécies que emergiram no banco de sementes.

3 HIPÓTESES

- Áreas mais antigas em processo de restauração florestal passiva detém o maior estoque de serapilheira no piso florestal.
- A Capacidade de Retenção Hídrica é maior nas áreas onde o estoque de serapilheira é mais elevado.
- A quantidade de macro e micronutrientes é maior nas áreas mais antigas em processo de restauração florestal.
- Áreas com maiores períodos em processo de restauração florestal têm maior diversidade do banco de sementes.

4 CAPÍTULO I – SERAPILHEIRA ACUMULADA E NUTRIENTES DO SOLO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA COM DIFERENTES IDADES EM RESTAURAÇÃO FLORESTAL

RESUMO

A camada de serapilheira é o compartimento que se localiza acima do piso florestal, composta por folhas, galhos, material reprodutivo e miscelânea. É responsável por importantes processos, como a retenção de umidade e proteção do solo. A análise química do solo é capaz de fornecer importantes informações acerca do estado nutricional que o solo de uma área se encontra. O objetivo deste trabalho foi quantificar o estoque e a capacidade de retenção hídrica da serapilheira acumulada avaliar a fertilidade do solo em áreas em processo de restauração florestal que passaram por extração de *Pinus* spp., em Santa Catarina. O estudo foi realizado na Fazenda Campo de Dentro, localizada no município de Otacílio Costa, SC. As áreas se encontram em diferentes idades de processo de restauração espontânea. Foram instaladas 24 parcelas de 25 m x 4 m. Em cada parcela foram realizadas cinco coletas de serapilheira com o auxílio de um gabarito de madeira de 0,25 m², totalizando 120 coletas. A Capacidade de Retenção Hídrica foi determinada por meio do método de Blow. Para a análise química, foram coletadas 120 amostras de solo a uma profundidade de 20 centímetros. A média de serapilheira da área foi igual a 4,45 Mg.ha⁻¹. A capacidade de retenção hídrica apresentou média igual a 398,93%. As áreas mais antigas em processo de restauração florestal apresentaram maior estoque de serapilheira e a capacidade de retenção hídrica foi observada na área mais antiga em processo de restauração florestal. Porém, áreas mais jovens em processo de restauração passiva apresentaram altos valores desta variável. O solo da área apresentou baixos valores de pH e saturação por bases > 50%, indicando que são solos ácidos, pouco férteis e que precisam passar por correção.

Palavras-chave: Littera. Restauração Florestal. Mata Atlântica. Fertilidade do solo.

ABSTRACT

The litter layer is the compartment above the forest floor, composed of leaves, twigs, reproductive material, and miscellany. It is responsible for essential processes such as

moisture retention and soil protection. The chemical analysis of the soil can provide important information about the nutritional state of the soil in an area. The objective of this work was to quantify the stock and water retention capacity of the accumulated litter and perform soil chemical analysis in areas undergoing forest restoration that have undergone extraction of *Pinus* spp., in Santa Catarina. The study was conducted at Campo de Dentro Farm, located in the municipality of Otacílio Costa, SC. The areas are at different ages of the spontaneous restoration process. Twenty-four 25 m x 4 m plots were installed. In each plot, five collections were made, with a 0.25 m² wooden template, totaling 120 liters of litter collected. The Water Retention Capacity was determined using the Blow method. For chemical analysis, 120 soil samples were collected at a depth of 20 centimeters. The average amount of litter in the area was 4.45 Mg.ha⁻¹. The water retention capacity showed an average equal to 398.93%. The oldest sites in the forest restoration process showed a greater litter stock. The soils of the area are acidic and present low nutrient availability.

Keywords: Litter. Forest Restoration. Atlantic Forest. Soil Fertility.

4.1 INTRODUÇÃO

Considera-se serapilheira acumulada o material que é depositado na superfície do solo de uma floresta em um determinado tempo (FORTES; LÚCIO; STORCK, 2008). Para Freitas et al. (2015) é todo material de origem orgânica que se deposita e se acumula sobre o piso florestal. Esta pode ser caracterizada como uma camada orgânica que é transferida da parte aérea das plantas, composta por folhas, ramos, galhos, flores, frutos e sementes e que em conjunto com as raízes entram em processo de decomposição tornando-se responsável por parte da ciclagem de nutrientes (MARQUES; JUNIOR; VOURLITIS, 2017).

A camada de serapilheira é caracterizada como um compartimento no qual os nutrientes serão disponibilizados para as camadas superficiais do solo ao longo do processo de decomposição deste material (SCORIZA et al., 2012). Além do mais, a serapilheira que é depositada sobre o solo das florestas funciona como um sistema de entrada e saída de matéria orgânica (TOSCAN; GUIMARÃES; TEMPONI, 2017).

Quantidades expressivas de nutrientes podem retornar ao solo por meio da queda de componentes senescentes da parte aérea da vegetação e sua posterior decomposição

(TOLEDO; PEREIRA; MENEZES, 2002). Além da importância nutricional que a serrapilheira oferece, o processo de incremento deste componente ao solo fornece a interceptação de luz, sombreando sementes e plântulas e reduzindo a amplitude térmica do solo e, desta maneira, criando uma barreira à difusão do vapor da água e minimizando a evaporação do solo (LONGHI et al., 2011).

De acordo com Turchetto e Fortes (2014), a serrapilheira acumulada sob o solo florestal apresenta um importante papel na dinâmica dos ecossistemas. Silva et al. (2015) afirmam que esta camada abriga uma parcela do banco de sementes de espécies pioneiras, nutrientes e matéria orgânica e esses fatores a caracterizam como uma importante técnica de restauração de áreas degradadas. Trabalhos realizados com a produção e o acúmulo deste material fornecem informações para o melhor entendimento da dinâmica dos nutrientes (GODINHO et al., 2013). De acordo com Dickow et al. (2012), é no compartimento serrapilheira – solo que ocorre as etapas de decomposição da matéria orgânica a ciclagem de nutrientes. Além de se caracterizar como fonte de nutrientes para a vegetação e microrganismos, a serrapilheira beneficia diretamente o solo retendo umidade, evitando a erosão e melhorando os seus atributos físicos (HOLANDA et al., 2015), uma vez que impede uma interação direta entre as gotas de chuva e o solo (MELOS; SATO; COELHO NETTO, 2010).

Alguns fatores exercem grande influência no acúmulo de serrapilheira no piso florestal, como as condições edafoclimáticas, sítio, sub-bosque e distúrbios naturais (GODINHO et al., 2014). Outros fatores como a latitude e altitude, bem como o relevo e o estágio de desenvolvimento que a vegetação se encontra, a deposição de serrapilheira (LIMA et al., 2015) e, conseqüentemente, o seu acúmulo no solo florestal. De acordo com Farias (2019), a relevância de se avaliar a produção e acúmulo da serrapilheira está no entendimento dos processos de entrada e saída desse material no ecossistema dando incentivo para a compreensão da dinâmica da ciclagem de nutrientes e o funcionamento da floresta, contribuindo desta maneira para o fornecimento de informações para projetos de recuperação de áreas degradadas.

Além disso, a camada de serrapilheira é agente indispensável no balanço de água no meio, visto que ela tem ligação direta na retenção de umidade do solo. Coelho Netto (2005) relata que a serrapilheira, quando associada à atividade biogênica no topo do solo, facilita altas taxas de infiltração e estocagem de águas pluviais nos solos possibilitando a alimentação perene das descargas pluviais básicas.

Bauer et al. (2018) afirmam que a cobertura florestal possui um papel de relevância na fertilização e manutenção da estrutura do solo por meio da produção de serapilheira e do sistema radicular. De acordo com os mesmos autores, a camada do material decíduo é responsável por importantes processos como a manutenção da umidade do solo, o que evita grandes mudanças na temperatura, favorecendo, desta maneira, o desenvolvimento da flora microbiana e dos invertebrados decompositores.

O material orgânico presente na camada de serapilheira é indispensável para a manutenção e equilíbrio florestal de qualquer bioma (BARBOSA et al., 2017). Esse equilíbrio é relacionado à contribuição da camada de serapilheira no ciclo da água e de nutrientes que depende da sua constituição físico-química (SANTOS et al., 2017). Dessa forma, quantificar o estoque de serapilheira e o estado químico que se encontra o solo de uma área que passou por intervenções antrópicas caracteriza-se como uma importante via para traçar estratégias de manejo visando a restauração das funções ecológicas desta área.

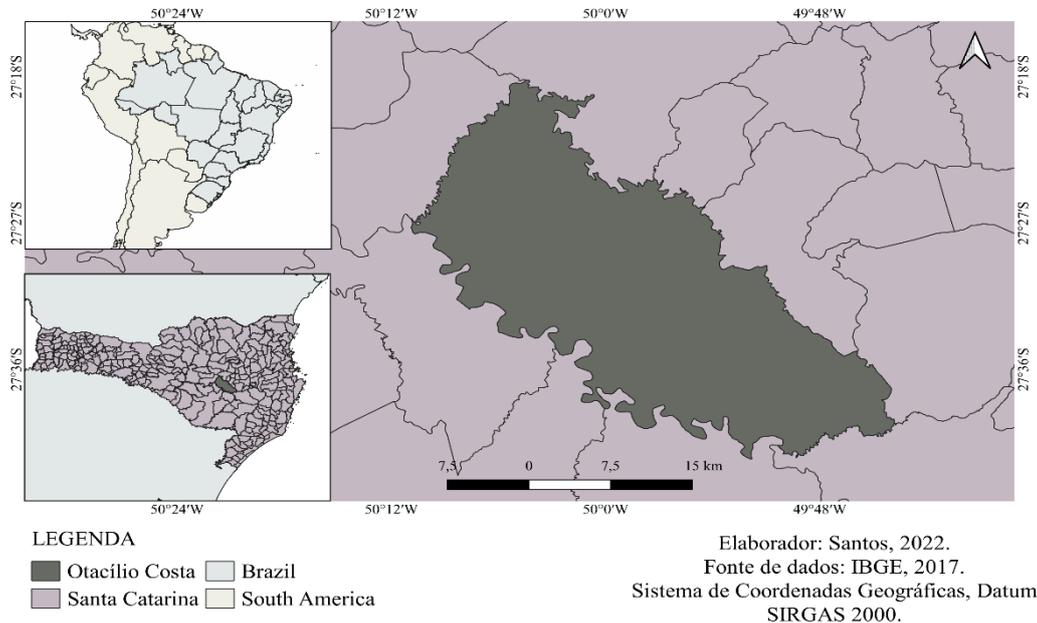
Exposta a importância deste componente para os ecossistemas florestais, o objetivo deste estudo foi quantificar o estoque e a capacidade de retenção hídrica da serrapilheira acumulada, bem como, analisar a fertilidade do solo em áreas em processo de restauração florestal que passaram por atividades silvícolas. O estudo buscou averiguar as seguintes hipóteses: O acúmulo de serapilheira é maior em áreas mais antigas em processo de restauração; Os solos das áreas mais antigas em processo de restauração apresentam melhores atributos químicos.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido na Fazenda Campo de Dentro pertencente à empresa Klabin, localizada em Otacílio Costa, Santa Catarina (Figura 1). A fazenda está localizada nas coordenadas geográficas 27° 39' 15" S e 49° 48' 26" W e cerca de 850 m de altitude (FERREIRA et al., 2013).

FIGURA 1: Mapa de localização do município de Otacílio Costa, onde está localizada a Fazenda Campo de Dentro.

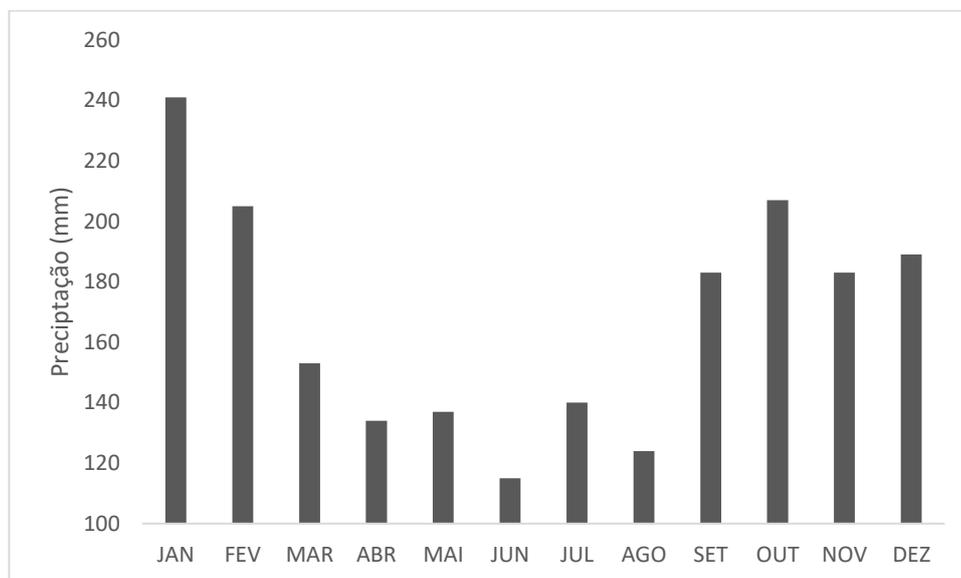


Fonte: Autor (2022).

O município de Otacílio Costa está situado no Planalto Serrano Sul-Catarinense, microrregião dos campos de Lages, distante 49 km da referida cidade e 315 km da capital Florianópolis. O município se destaca no setor florestal devido ao seu grande potencial neste segmento, evidenciado pelas extensas áreas plantadas, principalmente do gênero *Pinus*, bem como caracteriza-se pela expansão de plantios florestais que utilizam a madeira para fins de serrarias, laminados, termoeletricas e papel e celulose (UFPR, 2006; MENDES, BERGER; NASCIMENTO, 2010).

De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Cfb, com temperaturas máxima e mínima igual a 35 °C e -5 °C, respectivamente (PADILHA, 2013). O solo da área é classificado como Cambissolo Húmico Argiloso, com 43% de argila, 28% de silte e 29% de areia (ABREU, 2017) e a precipitação pluviométrica anual pode oscilar entre 1.360 mm e 1.600 mm, com maior concentração nos meses de setembro a fevereiro (Figura 2).

FIGURA 2: Dados históricos da média de precipitação pluviométrica no município de Otacílio Costa (Fonte de dados: Clima Tempo, 2021).

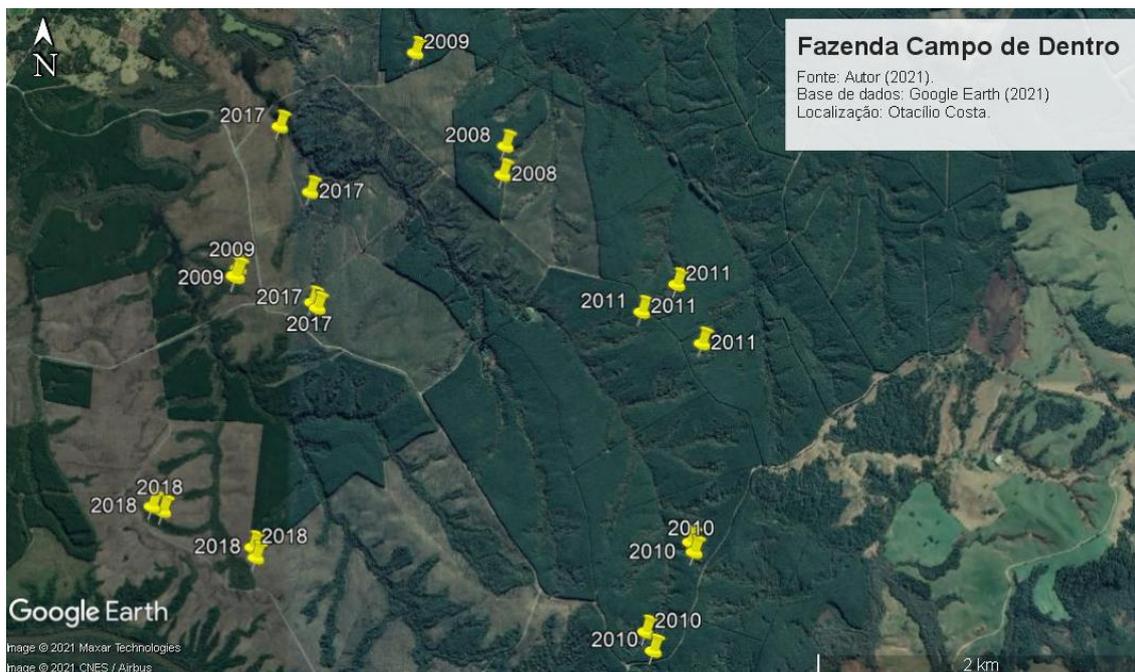


Fonte: Autor (2021).

Antes da exploração de *Pinus* spp. ocorrida na área, a cobertura vegetal natural da fazenda era composta por campos associados a fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (FOM) (FERREIRA, 2011) e, atualmente, é constituída por fragmentos de diferentes estágios sucessionais que são resultado dos diferentes usos antrópicos, como o pisoteio de gado bovino e plantios de *Pinus* spp. (MARTINS et al., 2017).

Desde 1960 houve a substituição desta cobertura por florestamento e reflorestamento de espécies exóticas. Após ciclos de exploração, principalmente do *Pinus* spp., parte destas áreas passaram a ser utilizadas para adequação ambiental de Áreas de Preservação Permanente, desde 2008 (STEDILLE, 2016). Na fazenda Campo de dentro (Figura 3), a extração de *Pinus* spp. ocorreu em períodos diferentes, caracterizando-a em diferentes idades de processo de restauração florestal: 13 anos (2008), 12 anos (2009), 11 anos (2010), 10 anos (2011), 4 anos (2017) e 3 anos (2018).

FIGURA 3: Vista aérea da Fazenda Campo de dentro, com as áreas onde ocorreu a coleta do material. Os anos correspondem à época que ocorreu a extração madeireira.



Fonte: Autor (2021).

4.2.2 Coleta de dados

- Serapilheira

As coletas do material foram realizadas nos meses de fevereiro, março, abril e junho. Foram instaladas quatro parcelas em cada idade, totalizando vinte e quatro parcelas. Em cada parcela foram realizadas cinco coletas de serrapilheira de maneira aleatória, totalizando 120 coletas de material acumulado, com o auxílio de um gabarito com dimensões de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²) (Figura 4A).

O material foi condicionado em sacolas de plástico devidamente identificados (Figura 4B) e levadas ao laboratório de Silvicultura e Restauração Florestal (LABSIRF) do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages. O estoque de serrapilheira foi quantificado na unidade de Mg.ha⁻¹.

FIGURA 4: (A) Gabarito com dimensões de 0,25 m² utilizado com o auxílio de uma pá para a coleta de serrapilheira. (B) Armazenamento do material coletado.



Fonte: Autor (2021).

Para a determinação da capacidade de retenção hídrica (CRH%) da serrapilheira, seguiu-se a metodologia de Blow (1955), que consiste em imergir as amostras em água durante 90 minutos e, após esse período, realizar o escoamento da água da serrapilheira em peneiras durante 30 minutos para, então, elas serem pesadas em balança de precisão para a determinação do peso úmido (Figura 5).

FIGURA 5: (A) - Amostras imersas em água durante 90 minutos. (B) – Escoamento da água em peneira por 30 minutos.



Fonte: Autor (2021).

Realizada a determinação do peso úmido, as amostras foram realocadas em sacos de papel e levadas à estufa a 65° durante 48 horas para serem secas até atingir peso constante para a determinação do peso seco. É necessário ter posse destes dois valores para a utilização da equação da capacidade de retenção hídrica. Após a obtenção do peso úmido e seco, realizou-se a determinação da Capacidade de Retenção Hídrica (CRH), de acordo com a equação 1.

Eq 1:

$$CRH(\%) = \frac{MU - MS}{MS} * 100$$

Em que:

CRH (%): Capacidade de Retenção Hídrica em percentagem;

MU: Massa úmida;

MS: Massa seca.

- Coleta de solos

Dentro das parcelas alocadas, de maneira aleatória, foram coletas 120 amostras de solo com o auxílio de um trado holandês (Figura 6). As amostras foram armazenadas em sacos de plástico, etiquetadas e levadas para o LABSIRF na Universidade do Estado de Santa Catarina, campus de Lages. As amostras foram homogeneizadas e enviadas para laboratório para a realização da análise química do solo.

FIGURA 6: (A) Trado holandês a 20 cm no solo. (B) Amostra de solo coletada.



Fonte: Autor (2021).

4.2.3 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no programa Rstudio (Version 4.0.5) e inicialmente foi realizada a normalização dos dados pelo método de BoxPlot, utilizando os pacotes “CAR” e “FPP”. Após a etapa de normalização dos dados, foi realizada a Análise de Variância para saber se houve diferença significativa entre as médias do estoque de serapilheira das áreas com diferentes idades em restauração passiva.

Posteriormente, o teste Tukey (5%) foi aplicado utilizando o pacote “Laercio” e os dados do estoque de serapilheira e da CRH (%) foram submetidos ao teste de Correlação Linear de Pearson (r). Este coeficiente é utilizado para determinar o grau de relação entre duas ou mais variáveis que se deseja analisar e o valor de r de Pearson varia de -1 a 1. Por fim, o material da serapilheira foi fracionado nas frações de material lenhoso e não lenhoso.

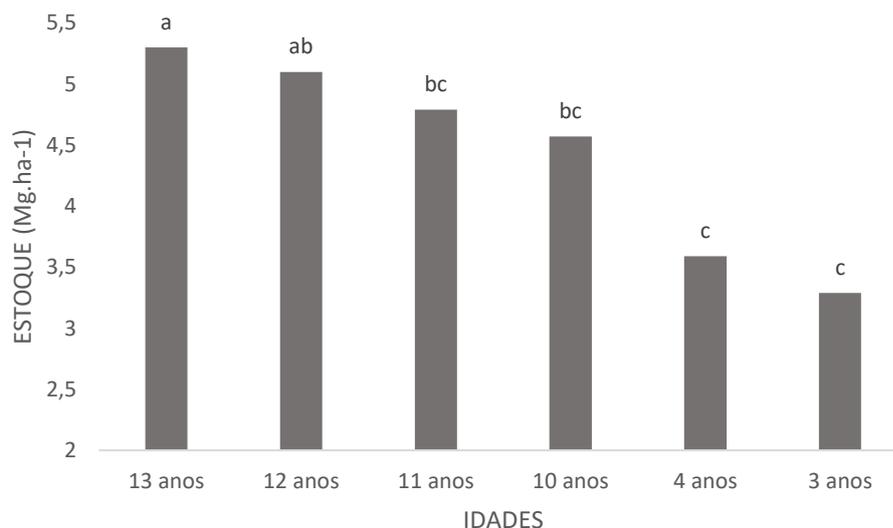
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Serrapilheira Acumulada

A média geral de serapilheira acumulada, na área de estudo, foi de 4,46 (Mg.ha¹) e o maior acúmulo de serapilheira foi na área com idade mais avançada de regeneração,

com 13 anos (2008), com média de estoque igual a $5,30 \text{ Mg.ha}^{-1}$. Esse maior acúmulo de serapilheira é explicado pelo fato de a área ser mais antiga em processo de restauração. A área com 3 anos apresentou o menor estoque deste componente no piso florestal (Figura 7).

FIGURA 7: Estoque de serapilheira em áreas com diferentes idades e restauração passiva.



Fonte: Autor (2021).

A média do estoque de serapilheira das áreas de estudo apresentou diferença significativa entre si, tendo a Análise de Variância acusado essa diferença estatística por meio do resultado do p-valor que foi menor que o nível de significância ($p = 0,00001466$, a 5% de significância). Isso confirma a hipótese de que as áreas mais antigas apresentam o maior estoque de serapilheira em relação às áreas mais jovens em processo de restauração florestal passiva. A área com idade de 13 anos diferiu estatisticamente da área de 3 anos, 4 anos, 10 anos e 11 anos. O fato de não haver diferença significativa com a área de 12 anos pode ser explicado pelo fato de apresentarem idade próxima em processo de restauração passiva.

A área com idade de 12 anos apresentou diferença estatística entre as médias de serapilheira acumulada das idades de 3 e 4 anos. O fato citado anteriormente, da proximidade das idades das demais áreas, pode ser usado para explicar a falta de diferença significativa entre as médias. Áreas com idade próximas de processo de restauração não diferiram significativamente entre si. A média de serapilheira

encontrada neste estudo ($5,30 \text{ Mg.ha}^{-1}$) foi inferior a estudos realizados na Mata Atlântica.

Sperandio et al. (2012) encontrou média de serapilheira acumulada igual a $5,61 \text{ Mg.ha}^{-1}$ em áreas de restauração florestal na Mata Atlântica. Enquanto que Caldeira et al. (2007) encontrou média igual a $7,99 \text{ Mg.ha}^{-1}$ de serapilheira acumulada em Floresta Ombrófila Mista Montana com diferentes idades em estágio sucessional. Os autores asseguram que o acúmulo de serapilheira sofre interferências de fatores como o baixo teor de nutrientes presente na serapilheira e no solo, condições desfavoráveis para a decomposição, como déficit de água no solo e na serapilheira, pH do solo, baixa densidade de organismos decompositores, época da coleta e estação do ano. Oliveira (2010) em quantificação do estoque de serapilheira também em Floresta Ombrófila Mista Montana em estágio sucessional intermediário encontrou média igual a $12,61 \text{ Mg.ha}^{-1}$. O autor afirma que o acúmulo deste componente no solo florestal é influenciado pela procedência da espécie, da cobertura florestal, do estágio sucessional, da época da coleta, do tipo de floresta e do local.

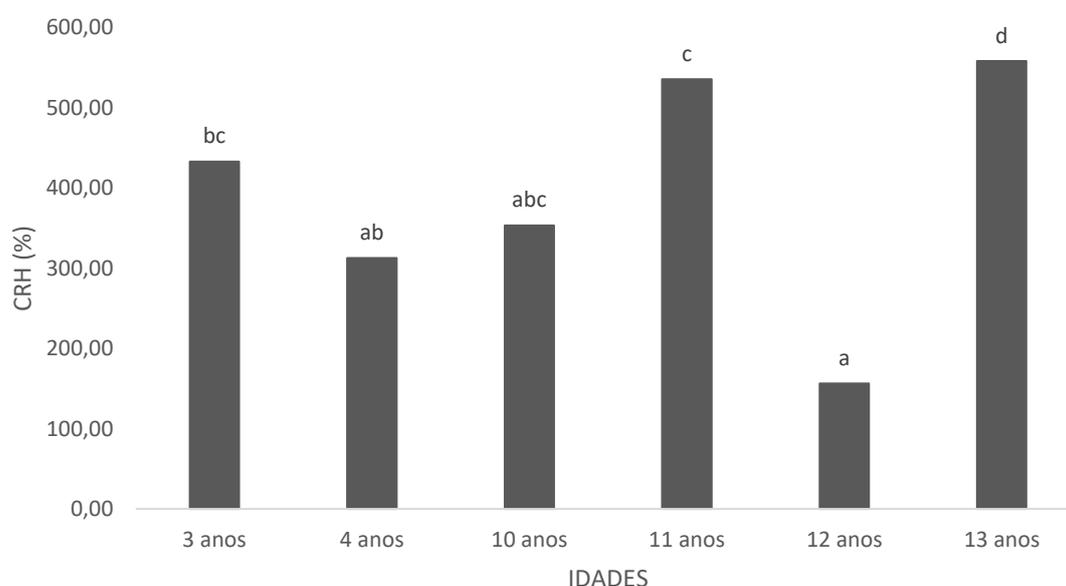
Mateus et al. (2013) avaliando o estoque da serapilheira acumulada em diferentes ecossistemas perturbados na Mata Atlântica observou que a área de floresta com 30 anos em processo de restauração apresentou o maior estoque de serapilheira, com média de $5,15 \text{ Mg.ha}^{-1}$, em relação aos outros ambientes estudados. Para os autores, a tipologia da vegetação influenciou diretamente no acúmulo de serapilheira, visto que era mais densa, diversa e estratificada, apresentando os estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo.

A serapilheira acumulada sofre interferências de fatores como as condições edafoclimáticas, regime hídrico, condições climáticas, sítio, sub-bosque, manejo silvicultural, proporção da copa, taxa de decomposição e distúrbios naturais e artificiais (CALDEIRA et al., 2007). Esses fatores exercem influência no estoque de serapilheira das áreas de estudo, visto que são áreas que estão passando por processos de regeneração natural com diferentes idades, composição vegetal distinta, terrenos que apresentaram declividade, entre outros. As áreas de estudo desta pesquisa seguem o comportamento esperado para o estoque de serapilheira, que determina que quanto mais antigas as áreas vão sendo, maior vai sendo o estoque deste componente no piso florestal.

4.3.2 Capacidade de retenção hídrica (CRH%)

A média da capacidade de retenção hídrica da área foi de 398,93%. A CRH apresentou comportamento divergente do estoque de serapilheira (Figura 8). Esse comportamento pode ser explicado por meio das propriedades físicas da serapilheira, taxa de decomposição e precipitação pluviométrica nas áreas de estudo.

FIGURA 8: Capacidade de retenção hídrica da serapilheira acumulada das áreas de estudo.



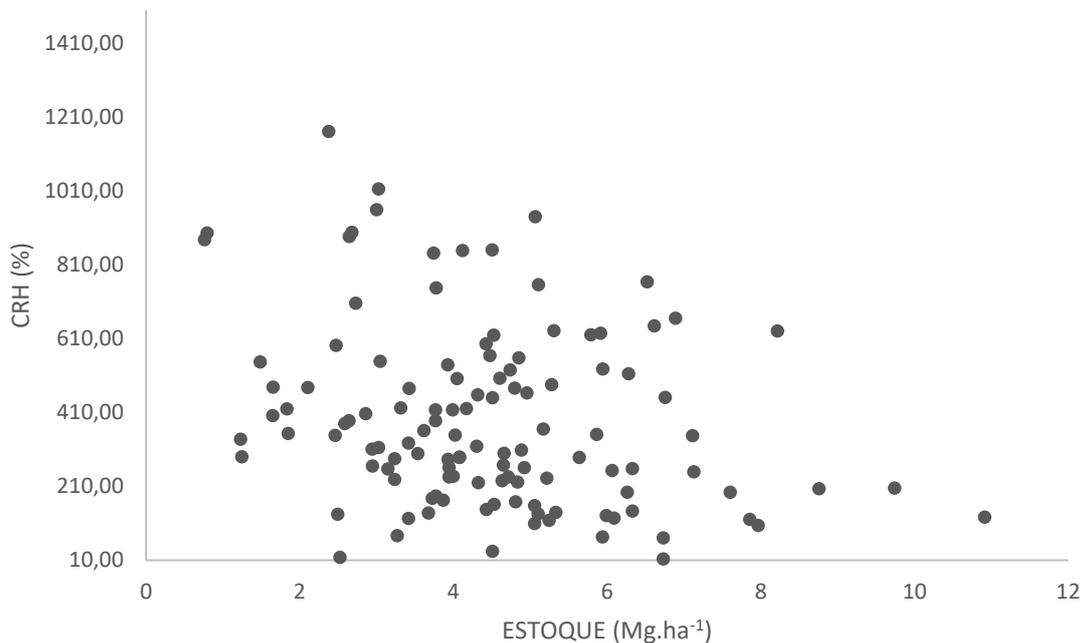
Fonte: Autor (2021).

Analisando os dados por idade de regeneração, houve diferença significativa entre as médias. O p-valor informado pela Análise de Variância foi menor que o nível de significância (p-valor = 0,0000 a 5% de significância). A maior média de CRH foi observada na área de 13 anos, que diferiu estatisticamente das demais áreas, sendo esta a área mais antiga em processo de restauração. Entretanto, as áreas com 11 anos e 3 anos apresentaram altas médias desta variável, sendo igual a 535,65% e 433,13%, respectivamente.

4.3.3 Correlação Linear de Pearson (r)

Constatou-se uma correlação nula entre o estoque de serapilheira e a capacidade de retenção hídrica ($r = 0,07$) (Figura 9). Ou seja, o aumento do estoque de serapilheira não influencia no aumento da retenção hídrica.

Figura 9: Relação entre o estoque de serapilheira e a Capacidade de Retenção Hídrica.



Fonte: Autor (2021).

Comportamento semelhante foi observado por Oliveira e Braga (2021) em estudo do estoque e CRH da serapilheira acumulada em remanescentes florestais da Mata Atlântica, em que os autores observaram que, dos três sítios estudados, o sítio 2 (Área de Reserva Legal) apresentou o maior estoque de serapilheira com média igual a $18,8 \text{ Ton.ha}^{-1}$ e CRH com média igual a $236,1\%$. Entretanto, a maior CRH da serapilheira acumulada foi observada no sítio 3 (área de Preservação Permanente) com média igual a 2592% e média de serapilheira acumulada igual a $8,1 \text{ Ton.ha}^{-1}$.

Os valores de CRH desta pesquisa foram maiores quando comparados a estudos realizados na Mata Atlântica por Mateus et al. (2013), que encontrou média desta variável para as áreas estudadas igual a $290,01\%$. Os autores avaliaram o estoque e a CRH em quatro ecossistemas perturbados na Mata Atlântica e o ecossistema com maior

retenção hídrica foi na área denominada de capoeira, com média igual a 343,87% e na área denominada capoeirão com média de CRH igual a 339,94%. No estudo citado, a CRH não foi maior na área onde o estoque de serapilheira foi mais elevado, pois foi constatado a maior média de serapilheira na área de fragmento florestal (5,14 Mg.ha⁻¹), com a retenção hídrica inferior às áreas de capoeira e capoeirão. Os autores atribuem à quantidade de folhas da espécie facilitadora *Clidemia urceolata* DC, presentes nas áreas de capoeira e capoeirão, o fato da maior CRH ser encontrada nesses locais. O autor enfatiza a importância desta espécie em projetos de restauração florestal, pois mesmo que o estoque de serapilheira foi menor em comparação ao fragmento florestal, a importância da espécie para a formação da cama de serapilheira se consagra como um importante serviço ambiental, visto que ela é capaz de reter umidade na superfície do solo fornecendo condições para a germinação, estabelecimento de propágulos e sustentação das plântulas na fase juvenil.

Conforme a presente pesquisa e os estudos citados, o aumento na capacidade de retenção hídrica da serapilheira não depende unicamente do aumento do seu estoque, alguns fatores podem influenciar essa variável, como por exemplo a decomposição do material formador da serapilheira, a tipologia vegetal, a topografia e o histórico de uso da área. Isso pode explicar a queda no valor da retenção hídrica na área com 12 anos de restauração passiva (2009).

O índice de precipitação e a umidade favorecem o aumento da fauna decompositora (ARAÚJO et al., 2021) e isso pode interferir diretamente na capacidade de reter umidade. Maman et al. (2007) defendem a ideia de que a alta atividade decompositora está relacionada com a ocorrência de chuvas, sendo que foi observado um alto índice pluviométrico no município de Otacílio Costa durante as coletas dos dados.

Apesar de ter sido constatado que nas áreas do estudo o estoque de serapilheira aumenta em áreas mais antigas em processo de restauração passiva, não foi observado esse comportamento para a capacidade de retenção hídrica pois esta variável não acompanha esse ritmo, podendo sofrer alterações ao longo dos anos e sendo influenciada pelos componentes da serapilheira, pela decomposição desse material e pelo regime de chuvas da área. Ainda são escassos os relatos da capacidade de retenção hídrica da serapilheira acumulada em áreas de restauração florestal na Mata Atlântica, sendo necessários mais estudos para avaliar o comportamento desta variável em relação ao estoque de serapilheira.

4.3.4 Análise da fertilidade do solo

De acordo com Castilho et al. (2017), o entendimento da qualidade química do solo é de elevada relevância para assegurar a sua preservação e o bom desenvolvimento das culturas, contribuindo para a sua sustentabilidade dos sistemas de produção. Porém, ainda há certa carência em encontrar estudos sobre o teor dos macronutrientes e micronutrientes em solos florestais. Os resultados obtidos na análise de fertilidade do solo neste estudo podem ser observados na tabela 1.

O pH do solo é uma variável que é responsável por medir a acidez do solo, que é representada pela atividade de H^+ encontrado na solução do solo. Prezotti e Martins (2013) afirmam que determinado em água, o pH indica a acidez que pode variar entre elevado (menor que 5), médio (varia de 5 até 5,9) e fraco (varia de 6 a 6,9). Os valores do pH em água encontrados indicam que o solo é tóxico, pois apresenta elevados teores de Al^{3+} , tem deficiência em P e possui uma baixa atividade de microrganismos (Tabela 1), de acordo com os valores propostos por Prezotti e Martins (2013) para analisar esta variável. O pH do solo ideal para o desenvolvimento das plantas é entre 6 e 6,5, pois nesta faixa está a ausência do Al^{3+} , bem como existe uma boa disponibilidade de nutrientes.

Solos ácidos apresentam teor de alumínio e manganês em níveis tóxicos, além de deficiência em cálcio, magnésio e fósforo (BORGES; MUNIZ; VEIGAS, 1992) e os teores de Al e Mn estão elevados de acordo com o padrão estabelecido por Prezotti e Martins (2013) e conseqüentemente observa-se carência em Ca, Mg e P (Tabela 1) e os valores da saturação por bases ($V\% < 50\%$) informam que os solos da área de pesquisa são classificados como distróficos, pois a média da saturação por bases (V) é 3,97%.

A saturação por bases é um indicativo da condição de fertilidade do solo, classificando-os em solos eutróficos, que são solos férteis ($V\% \geq 50$) e solos distróficos, que são solos pouco férteis ($V\% < 50\%$) (RONQUIM, 2010). De acordo com o autor, solos com V% apresentando valores muito baixos indicam pequenas quantidades de cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ saturando cargas negativas dos colóides e que a maioria delas é neutralizada por H^+ e Al^{3+} .

Tabela 1: Atributos químicos das amostras de solo coletadas em área de Floresta Ombrófila Mista em diferentes idades do processo de restauração florestal.

| ATRIBUTOS DO SOLO | TEMPO EM RESTAURAÇÃO | | | | | |
|----------------------------|----------------------|----------|---------|----------|----------|---------|
| | 13 anos | 12 anos | 11 anos | 10 anos | 4 anos | 3 anos |
| pH (H₂O) | 3,49 a | 3,72 ab | 3,86 ab | 3,62 ab | 3,65 ab | 3,91 b |
| V (%) | 2,03 a | 3,33 a | 3,88 a | 2,46 a | 1,94 a | 10,18 a |
| MO (%) | 6,9 a | 5,575 a | 5,75 a | 5,6 a | 6,5 a | 7,05 a |
| Argila (%) | 24,75 ab | 18,75 ab | 18,25 b | 29,25 a | 25 ab | 24,5 ab |
| Al (cmolc/dm) | 10,5 a | 7,79 b | 7,65 b | 9,14 ab | 10,28 a | 6,25 b |
| Ca (cmolc/dm) | 0,66 a | 0,91 a | 0,99 a | 0,68 a | 0,59 a | 1,98 a |
| Mg (cmolc/dm) | 0,42 a | 0,61 a | 0,64 a | 0,43 a | 0,38 a | 1,81 a |
| H + Al (cmolc/dm) | 60,89 a | 50,68 ab | 46,76 b | 52,43 ab | 57,47 ab | 42,17 b |
| CTC pH (cmolc/dm) | 62,15 a | 52,42 ab | 48,57 b | 53,75 ab | 58,61 ab | 46,19 b |
| CTC E (cmolc/dm) | 11,76 a | 9,53 a | 9,46 a | 10,46 a | 11,41 a | 10,27 a |
| Zn (mg/dm) | 1a | 1,39a | 1,45a | 1,34a | 0,99a | 1,26a |
| Mn (mg/dm) | 12,4ab | 24,7ab | 43,58ab | 61,63a | 6,35b | 62,82a |
| B (mg/dm) | 0,19a | 0,19a | 0,15a | 0,17a | 0,22a | 0,24a |
| Cu (mg/dm) | 1,08a | 1,40a | 1,0a | 1,55a | 1,0a | 1,06a |
| K (mg/dm) | 66,25 a | 84,5 a | 70,5 a | 82,25 a | 63,25 a | 90,25 a |
| P (mg/dm) | 5,38a | 6,18a | 4,57a | 4,18a | 4,18a | 6,6 a |

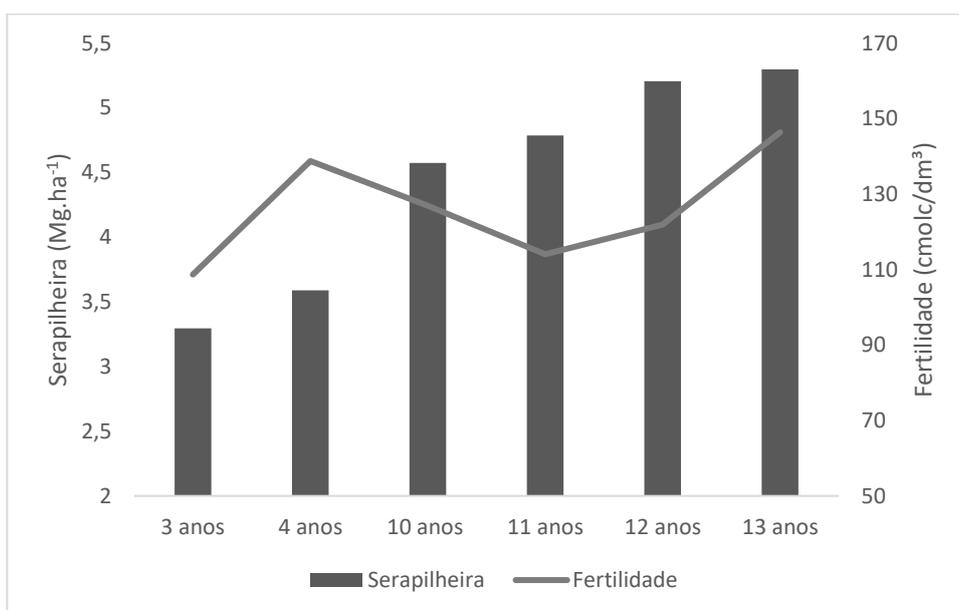
Fonte: Autor (2022).

Os solos nessas condições são ácidos e podem conter alumínio em nível tóxico para as plantas. Portanto, as análises realizadas informam que os solos da área de coleta são classificados como distróficos, com elevada acidez e com altos teores de alumínio. Ronquim (2010) afirma que quando um solo é rico em matéria orgânica ele tende a apresentar altos valores de CTC total, entretanto em condições de elevada acidez o solo apresentará baixos valores de CTC efetiva. Na tabela 1 observa-se altos valores de MO (%) porém como o solo da área é ácido, apresenta altos valores de CTC total e baixos valores de CTC efetiva.

Os resultados obtidos para matéria orgânica do solo são altos quando comparados a estudo realizado por Moreira et al. (2021), em que os autores encontraram médio teor de nutrientes, acidez oscilando entre média a fraca, porém altos teores de matéria orgânica que são atribuídos ao aporte de serapilheira visto que são nas camadas superficiais que ocorre a deposição, acúmulo, decomposição e mineralização da serapilheira.

A relação entre o estoque de serapilheira e quantidade de macronutrientes está expressa na Figura 10. É possível observar que a fertilidade do solo oscila entre as áreas, apresentando maior concentração na área mais antiga em processo de restauração espontânea, onde foi encontrado o maior estoque de serapilheira.

FIGURA 10: Relação dos elementos (cmolc/dm^3) com o acúmulo de serapilheira.

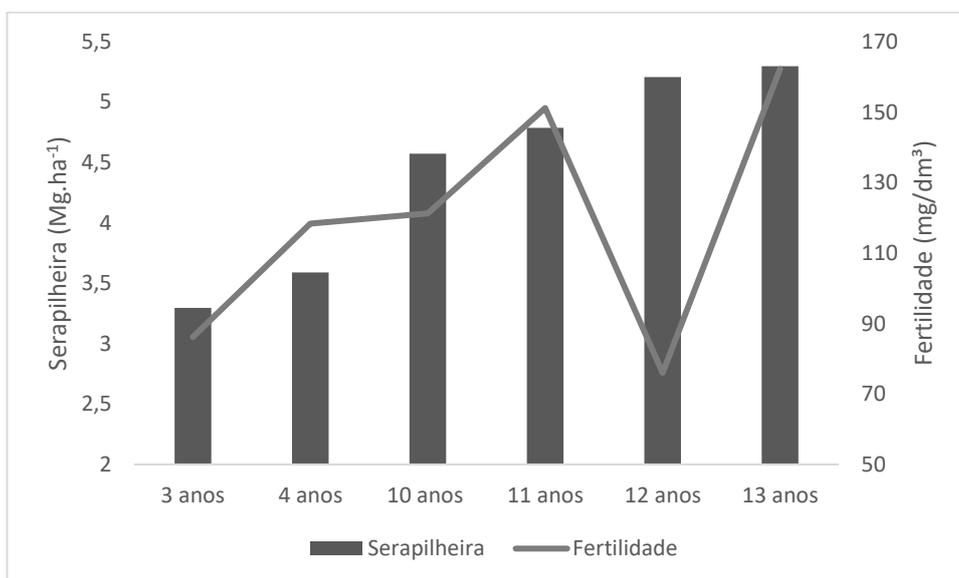


Fonte: Autor (2022).

A liberação de nutrientes do material formado da serapilheira pode ter início antes mesmo de chegar ao solo, pois algumas folhas verdes podem abrigar microrganismos e insetos que iniciam o processo de decomposição na própria árvore (ANDRADE; TAVARES; COUTINHO, 2003). Isso influencia diretamente na ciclagem de nutrientes, podendo haver interferência na quantidade de nutrientes do solo, conforme observado nas áreas de 10 e 11 anos, que apresentaram queda no valor de macronutrientes encontrados nos solos.

Os micronutrientes e o fósforo e potássio, que são expressos em mg/dm^3 estão relacionados com o estoque de serapilheira, nos quais é possível observar uma oscilação no teor desses nutrientes e uma considerável queda na idade de 12 anos (Figura 11).

FIGURA 11: Relação dos elementos (mg/dm^3) com o acúmulo de serapilheira.



Fonte: Autor (2022).

As áreas em processo de restauração florestal passiva passaram por atividade silvícola de *Pinus* e se faz necessário o entendimento dessa exploração na exportação de nutrientes do solo para que seja possível traçar estratégias de melhoria de projeto de restauração florestal. La Torraca (1984) afirma que a derrubada de povoamentos antigos de *P. elliottii* var. *elliottii* para replantio acarreta na exportação de nutrientes por meio da biomassa que é retirada ou queimada.

Londero et al. (2011) analisando a exportação e reposição nutricional no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* encontraram valores em percentagem da exportação de macro e micronutrientes após a retirada da madeira com

casca iguais a 68,9% de S; 55,6% de K; 54,0% de Mg; 52,7% de N e 52,5% de P e para os micronutrientes a exportação foi de: 64,2 % de Cu; 61,3% de Mn; 52,8% de B; 51,9% de Fe e 47,0% de Zn. Os autores ainda afirmam que faz-se necessário a aplicação de fertilizantes (químicos ou orgânicos) que supram a necessidade de nutrientes retirados do solo e exportados para fora após a colheita.

Os solos utilizados para plantios florestais são geralmente pobres e ácidos e dificilmente passam por estratégias de melhoria nos seus atributos químicos. Para Moro (2017) essa condição relacionada à exportação de nutrientes durante o processo de desbaste e colheita final e às perdas devido processos erosivos e lixiviação, que levam a um rápido empobrecimento da fertilidade do solo e a perda de produtividade de povoamentos.

Não há informações acerca dos atributos químicos do solo após a extração de *Pinus* na área de estudo, entretanto a análise química do solo das áreas indica que há carência de nutrientes e elevada acidez, deste modo faz-se necessário a intervenção para a correção do atual estado nutricional do solo das áreas onde a pesquisa foi desenvolvida, para melhorar os seus atributos químicos. Este fato pode ser relacionado ao estoque de serapilheira que, em comparação a outros estudos, ainda é considerado baixo para o bioma no qual a área está inserida.

4.4 CONCLUSÃO

O estoque de serapilheira foi maior nas áreas com idade mais avançada de restauração florestal, com destaque para as áreas com 13 anos. O material não lenhoso foi o mais representante no estoque de serapilheira.

Os maiores valores da capacidade de retenção hídrica foram observados nas áreas de 13 anos, 11 anos e 3 anos, indicando que a CRH não segue comportamento padrão de aumento conforme o estoque de serapilheira aumenta.

A fertilidade do solo oscila na quantidade de macro e micronutrientes entre as áreas de estudo e não está relacionada ao aumento do estoque de serapilheira. É necessário que ações sejam realizadas para a melhoria de seus atributos químicos do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F.S.; **Taxas de fluxo de CO₂ do solo de diferentes clones de *Eucalyptus spp.* sob dois níveis de disponibilidade hídrica e sua relação com a produtividade, no município de Otacílio Costa – SC.** 2017. 40 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

ANDRADE, A.G.; TAVARES, S.R.L.; COUTINHO, H.L.C.; Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, v.24, n.220, p. 55 – 63, 2003.

ARAÚJO, N.A.A.; JÚNIOR, H.B.S.; ARAÚJO, E.A.A.; SOUZA, F.P.; ANDRADE, V.M.S.; CARNEIRO, F.S.; OLIVEIRA, F.A.; Estoque de nutrientes e retenção hídrica da liteira em três ecossistemas florestais da Amazônia oriental brasileira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, P.1 – 8, 2021.

BARBOSA, J.P.L.; MANSANO, S.R.V.; O reflorestamento da Mata Atlântica Brasileira: um estudo sobre as relações de poder na área ambiental. **Organizações e Democracia**, v. 19, n. 2, p. 109-126, 2018.

BAUER, D.; FUHR, C.S.; SANTOS, G.M.; SCHMITT, J.L.; Acúmulo de serapilheira em fragmentos da floresta atlântica subtropical. **PESQUISAS, BOTÂNICA**, n. 71, p. 119 – 130, 2018.

BLOW, F. E. Quantity and hydrologic characteristics of litter under upland oak forests in Eastern Tennessee. **Journal of Forestry**, v. 53, p. 190-195, 1955.

BRITEZ, R. M.; SANTOS FILHO, A. ; REISSMANN, C. B. ; SILVA, S. M. ; ATHAYDE, S. F. ; LIMA, R. X. ; QUADROS, R. M. B. . Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n.04, p. 625-634, 1997.

CALDEIRA, M.V.W.; MARQUES, R.; SOARES, R.V.; BALBINOT, R.; Quantificação de serapilheira e de nutrientes – floresta ombrófila mista montana – Paraná. **Rev. Acad.**, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.

CALDEIRA, M.V.W.; VITORINO, M.D.; SCHAADT, S.S.; MORAES, E.; BALBINOT, R.; Quantificação de serapilheira e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 53-68, jan./mar. 2008.

COELHO NETTO, A.L.; A interface florestal-urbana e os desastres naturais relacionados à água no maciço da Tijuca: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 46 – 60, 2005.

DICKOW, K.M.C.; MARQUES, R.; PINTO, C.B.; HOFER, H.; Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma floresta subtropical secundária, em Antonina, PR. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 75-86, 2012.

FERREIRA, P.I.; **Caracterização do componente arbóreo de áreas de preservação permanente em reflorestamentos de espécies exóticas como subsídio para restauração**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC.

FERREIRA, P.I.; GOMES, J.P.; BATISTA, F.; BERNARDI, A.P.; COSTA, N.C.F.; BORTOLUZZI, R.L.C.; MANTOVANI, A.; Espécies Potenciais para Recuperação de Áreas de Preservação Permanente no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.2, p. 173 – 182, 2013.

FARIAS, D.T.; BARRETO, F.R.S.; SOUZA, M.R.; SILVA, C.J.; Serapilheira em fragmento florestal de caatinga arbustivo-arbórea fechada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n.2, p. 331 – 337, 2019.

FORTES, F.O.; LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; Plano amostral para coleta de serapilheira na Floresta Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.38, n.9, P. 2512-2518, 2008.

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

FREITAS, C.A.A.; CALDEIRA, M.V.W.; HORN, S.K.; CASTRO, K.C.; VIEIRA, M.; Serapilheira acumulada em complexo rupestre de granito, Mimoso do Sul, ES. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.4, p.671-681, 2015.

GODINHO, T.O.; CALDEIRA, M.V.W.; CALIMAN, J.P.; PREZOTTI, L.C.; WATZLAWICK, L.F.; AZEVEDO, H.C.A.; ROCHA, J.H.T.; Biomassa, macronutrientes e carbono Orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 131-144, 2013.

GODINHO, T.O.; CALDEIRA, M.V.W.; ROCHA, J.H.T.; CALIMAN, J.P.; TRAZZI, P.; Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, ES. **Cerne**, v. 20, n.1, p. 11-20, 2014.

HOLANDA, A.C.; FELICIANO, A.L.P.; MARANGON, L.C.; FREIRE, F.J.; HOLANDA, E.M.; Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de caatinga na Paraíba. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.2, p.245-254, 2015.

LIMA, N.L.; SILVA-NETO, C.M.; CALIL, F.N., SOUZA, K.R., MORAES, D.C.; Acúmulo de serapilheira em quatro tipos de vegetação no estado de Goiás. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, v.11 n.22; p. 39 – 46, 2015.

LONDERO, E.K.; SCHUMACHER, M.V.; SZYMEZACK, D.A.; VIEIRA, M.; Exportação e reposição nutricional no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* L. em área de segunda rotação. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 487-497, 2011.

LONGHI, R.V.; LONGHI, S.J.; CHAMI, L.B.; WATZLAWICK, L.F.; EBLING, A.A.; Produção de serapilheira e retorno de macronutrientes em três grupos florísticos de um Floresta Ombrófila Mista, RS. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 699-710, 2011.

MAMAN, A.P.; SILVA, C.J.; SQUAREZI, E.M.; BLEICH, M.E.; Produção e acúmulo de serapilheira e decomposição foliar em mata de galeria e cerradão no Sudoeste de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.5, n.1, p.71- 84, 2007.

MARQUES, A.C.A.; JUNIOR, O.B.P.; VOURLITISG.L.; Avaliação de Produção de Serapilheira em Planície Inundável no Pantanal Mato-Grossense. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.21, n.3, p. 148-151, 2017.

MARTINS, D.A.P.; LANZARINI, A.C.; HEINZ, C.F.; VIEIRA, F.S.; BONATTO, R.A.; KANIESKI, M.R.; Avaliação da transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo em uma área degradada no Planalto Catarinense. **FLORESTA**, v. 47, n. 3, p. 237 - 246, 2017.

MATEUS, F.A.; MIRANDA, C.C.; VALCARCEL, R.; FIGEIREDO, P.H.A.; Estoque e Capacidade de Retenção Hídrica da Serrapilheira Acumulada na Restauração Florestal de Áreas Perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n.3, p. 336 – 343, 2013.

MELOS, A.R.; SATO, A.M.; COELHO NETTO, A.L.; Produção, Estoque e Retenção Hídrica da Serrapilheira em Encosta Sob Plantio de híbridos de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*: Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 33, n.2, p.66 – 73, 2010.

MENDES, C.J.; BERGER, R.; NASCIMENTO, R.G.M.; Atividade florestal nas propriedades rurais da região de Otacílio Costa, SC. **FLORESTA**, v. 41, n. 4, p. 729 - 736, 2011.

MOREIRA, F.L.; MOREAU, J.C.; FAVALESSA, M.; CALDEIRA, M.V.W.; KUNZ, S.H.; PERINI, M.; FARIA, J.C.T.; GODINHO, T.O.; Serrapilheira e atributos edáficos na avaliação de técnicas de restauração florestal. **Silvicultura e Manejo Florestal: Técnicas de Utilização e Conservação da Natureza**, v. 1, p. 357-369, 2021.

MORO, L.; **Produtividade, ciclagem de nutrientes e índices do sistema dris em plantios de Pinus submetidos à adubação NPK em três idades**. 2017. 93 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias.

OLIVEIRA, L.P.; **Carbono e nutrientes no solo e na serapilheira em Floresta Ombrófila Mista Montana e plantio de *Pinus elliottii* Engelm.** 2010. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Estadual Do Centro-Oeste – Unicentro.

OLIVEIRA, V. N.; BRAGA, A. C. R.; Estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira em remanescentes florestais da Mata Atlântica. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, p. 5103-5120, 2021.

PADILHA, J.; **Erosão hídrica em cultivo inicial de *Eucalyptus benthamii*, sob três métodos de preparo do solo**. 2013. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Departamento de Ciência do Solo. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias – UDESC CAV.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. M. **Guia de interpretações de análise de solo e foliar**. Vitória, ES: Incaper, 2013.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Embrapa Territorial - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2010.

SANTOS, A.F.A.; CARNEIRO, A.C.P.; MARTINEZ, D.T.; CALDEIRA, S.F.; Capacidade de Retenção Hídrica do Estoque de Serapilheira de Eucalipto. **Floram**, v.24, p. 1 – 9, 2017.

SCHORN, L.A.; FENILLI, T.A.B.; KRUGER, A.; PELLENS, G.C.; BUDAG, J.J.; NADOLNY, M.C.; Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **FLORESTA**, v. 43, n. 1, p. 49 - 58, 2013.

SCORIZA, R.N.; PEREIRA, M.G.; PEREIRA, G.H.A.; MACHADO, D.L.; SILVA, E.M.R.; Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, v.2, n.2, p. 01 - 18, 2012.

SILVA, K.A.; MARTINS, S.V.; NETO, A.M.; CAMPOS, W.H.; Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.5, p.811-820, 2015.

SPERANDIO, H.V.; CECÍLIO, R.A.; SILVA, V.H.; LEAL, G.F.; BRINATE, I.B.; CALDEIRA, M.V.W.; Emprego da Serapilheira Acumulada na Avaliação de Sistemas de Restauração Florestal em Alegre – ES. **Floresta e Ambiente**. v.19, n.4, p.460 – 467, 2012.

STEDILLE, L.I.B.; **Restauração florestal versus referência ecológica: utilização de indicadores ecológicos em ambientes ciliares na Floresta Ombrófila Mista**. 2016. 204 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina.

TOLEDO, L.O.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, C.E.G.; Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 9-16, 2002.

TOSCAN, M.A.G.; GUIMARÃES, A.T.B.; TEMPONI, L.G.; caracterização da produção de serapilheira e da chuva de sementes em uma reserva de floresta estacional Semidecidual, Paraná. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 415-427, 2017.

TORRACA, S.M.; HAAG, H.P.; MIGLIORINI, A.J.; Recrutamento e exportação de nutrientes por *Pinus elliottii* var. *elliottii* em um latossolo vermelho escuro na região de Agudos, SP. **IPEF**, n.27, p.41 – 47, 1984.

TURCHETTO, F.; FORTES, F.O.; Aporte e decomposição de serapilheira em Floresta Estacional Decidual na região do Alto Uruguai, RS. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, p. 391-397, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). **Diagnóstico da base florestal no raio de 150 km em torno do município de Otacílio Costa**. Curitiba: UFPR; LIF; FHS, 2006. 38 p.

5 CAPÍTULO II – BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM ÁREAS PÓS COLHEITA DE *Pinus* spp. EM SANTA CATARINA, BRASIL

RESUMO

O banco de sementes do solo é o estoque de sementes viáveis presente em um determinado local. Ele é responsável por colonizar uma área após a ocorrência de um distúrbio, por isso é um importante agente na regeneração natural. O objetivo deste trabalho foi avaliar o banco de sementes em uma área em processo de restauração florestal pós colheita de *Pinus* spp. Em Floresta Ombrófila Mista, Santa Catarina, Brasil. O estudo foi realizado na Fazenda Campo de Dentro, localizada no município de Otacílio Costa, SC. As áreas passaram por exploração madeireira em diferentes anos, resultando em seis idades em processo de restauração passiva. Foram instaladas 24 parcelas de 25 m x 4 m e dentro de cada parcela foram feitas duas coletas a uma profundidade de 5 centímetros, totalizando 48 coletas do banco de sementes. As amostras foram colocadas em sacolas de plástico e levadas para casa de vegetação, onde foram colocadas em bandejas para germinação e regadas diariamente. Foram encontrados 471 indivíduos germinados e a forma de vida herbácea se sobressaiu às demais. Não foi observada diferença significativa entre o número de espécies que germinaram nas diferentes áreas.

Palavras-chave: Dispersão. Sementes. Restauração Florestal. Floresta Ombrófila Mista.

ABSTRACT

The soil seed bank is a component responsible for housing seeds from the dispersal process, which is essential for succession and forest restoration. The objective of this work was to evaluate the seed bank in an area undergoing forest restoration process after the harvest of *Pinus* spp. in Ombrophylous Mixed Forest, Santa Catarina, Brazil. The study was conducted at Campo de Dentro Farm, located in the municipality of Otacilio Costa, SC. The areas have undergone logging in different years, and six ages are in the process of passive restoration. Twenty-four 25 m x 4 m plots were installed and within each plot two collections were made at a depth of 5 centimeters, totaling 48 collections from the seed bank. The samples were placed in plastic bags and taken to the greenhouse, where they were placed in trays for germination and watered daily. There were 471 germinated individuals, and the herbaceous life form stood out from the others. No significant difference was observed between the areas.

Keywords: Dispersal. Seeds. Forest Restoration. Mixed Ombrophylous Forest.

5.1 INTRODUÇÃO

O banco de sementes do solo é o estoque de sementes viáveis que, após determinado distúrbio, tem a capacidade de colonizar determinada área. Souza et al. (2011) afirmam que as sementes encontradas no banco de sementes são oriundas da chuva de sementes, que é um processo caracterizado pela dispersão de sementes das espécies presentes na área ou de áreas adjacentes. Para Braga et al. (2008) as sementes viáveis que se encontram no solo constituem o banco de sementes e o tempo que elas permanecem no solo depende de seus atributos fisiológicos, interações bióticas e das condições abióticas, como disponibilidade de água, luz e oxigênio.

Bertolini et al. (2020) destacam que o estudo do banco de sementes é um indicador da capacidade de resiliência de uma área, pois é no processo de abertura de clareira que se observa o desenvolvimento das espécies presentes no banco, dando continuidade no desenvolvimento da floresta, sendo importante para a regeneração e manutenção de espécies em uma área.

O banco de sementes caracteriza-se por ser um sistema dinâmico, com a entrada de sementes pela da chuva de sementes e dispersão, podendo ser transitório, quando as sementes germinam dentro de um ano após a dispersão, ou persistentes, quando as sementes permanecem no local por mais de um ano (MACHADO et al., 2013; SCHORN et al., 2013). Essa permanência representa uma reserva do potencial genético acumulado e está diretamente relacionada à resiliência do hábitat (MORESSI, et al., 2014).

Na sucessão secundária de florestas tropicais, o mecanismo de regeneração natural ocorre por meio da chuva de sementes que pode ser oriunda de áreas próximas ou da ativação do banco de sementes presente no solo (SEUBERT et al., 2016). Ressalta-se a importância da chuva de sementes, pois é pela da dispersão de propágulos pelos agentes dispersores que se forma o banco de sementes.

É de grande importância o estudo do banco de sementes, pois é um relevante indicador ambiental, sendo responsável por diagnosticar a área quanto ao nível de perturbação e compreender os métodos de recuperação da vegetação, pois ele demonstra

quais as espécies serão recrutadas durante o processo de regeneração natural (COSTA et al., 2020). O banco de sementes é um dos agentes mais importantes no processo de regeneração florestal em áreas degradadas, em decorrência deste fato, a sua caracterização (riqueza e abundância de espécies) é de grande relevância para a definição de metodologias diferenciadas de restauração (CALEGARI et al., 2013).

O banco de sementes detém a sua própria dinâmica, que varia conforme a espécie, condições da semente, ocorrência de predadores, fatores ambientais e o seu tamanho é determinado pela produção, extensão da chuva de sementes, mortalidade das sementes do solo e número de sementes germinadas (RIBEIRO et al., 2017). De acordo com Ferreira (2017), é a partir da avaliação do banco de sementes, que é rápida e de baixo custo, que é possível traçar estratégias de manejo sustentável do ambiente e acelerar o processo de regeneração e sucessão florestal. Entretanto, de acordo com Piaia et al. (2017), o banco de sementes pode conter espécies consideradas indesejáveis, como as exóticas invasoras que podem inibir o processo de sucessão.

Pesquisas que viabilizem estratégias alternativas para a indução da regeneração natural pelo do banco de sementes do solo de ecossistemas que passaram por perturbações, constituem táticas conservacionistas eficientes e econômicas para a restauração florestal de ambientes degradados (FIGUEIREDO et al., 2014). Martins et al. (2017) afirmam que o banco de sementes apresenta potencial para de uso na restauração florestal quando realocado de um fragmento florestal para uma área que se encontra degradada, visto que está envolvido na restauração da riqueza de espécies e colonização do ambiente, que comumente é feita por espécies pioneiras. Portanto, entendendo a dinâmica do banco de sementes é possível traçar estratégia de manejo de ecossistemas degradados almejando a sua melhor recuperação.

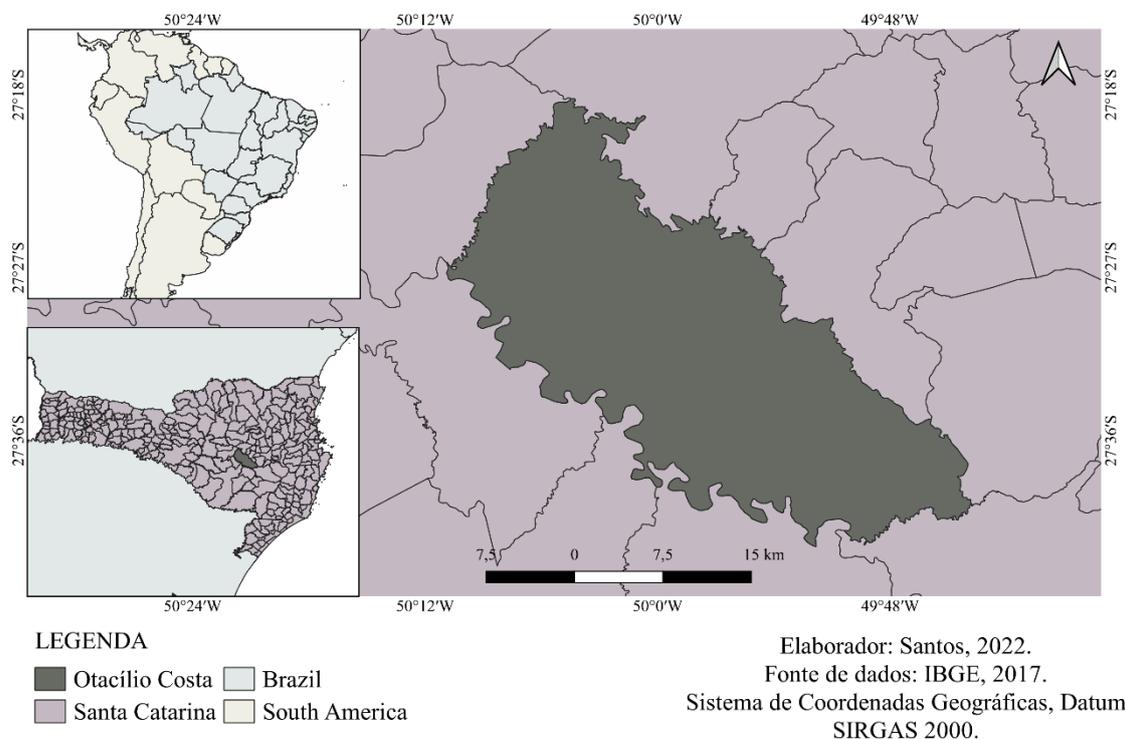
Exposta a importância do banco de sementes para a restauração florestal, objetivou-se com este capítulo avaliar a emergência do banco de sementes em áreas pós colheita de *Pinus* spp., no sul do Brasil. A hipótese levantada neste estudo é de que áreas mais antigas em processo de restauração apresentam maior diversidade de espécies no banco de sementes.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido na Fazenda Campo de Dentro pertencente à empresa Klabin, localizada em Otacílio Costa, Santa Catarina (Figura 11). A fazenda está localizada nas coordenadas geográficas 27° 39' 15" S e 49° 48' 26" W e cerca de 850 m de altitude (FERREIRA et al., 2013).

FIGURA 12: Mapa de localização do município de Otacílio Costa, onde está localizada a Fazenda Campo de Dentro.

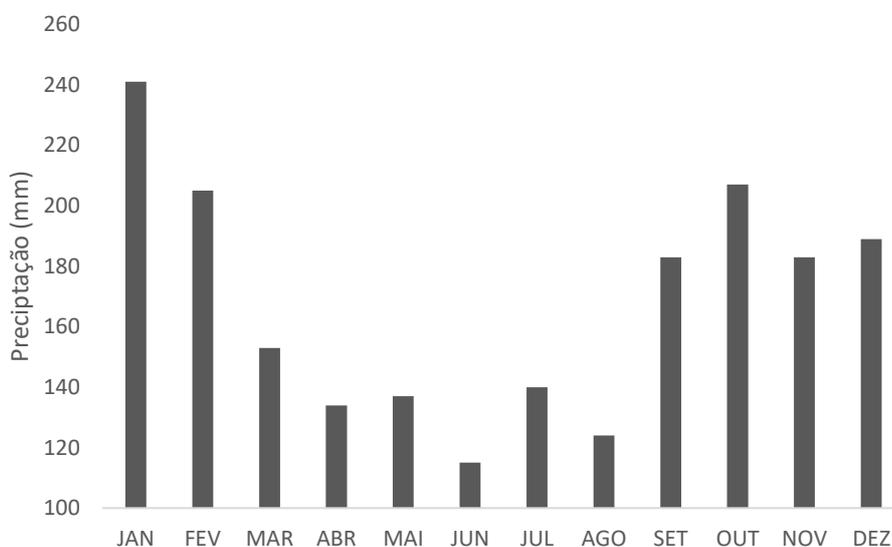


Fonte: Autor, 2021.

O município de Otacílio Costa está situado no Planalto Serrano Sul-Catarinense, microrregião dos campos de Lages, distante 49 km da referida cidade e 315 km da capital Florianópolis. O município se destaca no setor florestal devido ao seu grande potencial neste segmento, evidenciado pelas extensas áreas plantadas, principalmente do gênero *Pinus*, bem como caracteriza-se pela expansão de plantios florestais que utilizam a madeira para fins de serrarias, laminados, termoelétricas e papel e celulose (UFPR, 2006; MENDES, BERGER; NASCIMENTO, 2010).

De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Cfb, com temperaturas máxima e mínima igual a 35 °C e -5 °C, respectivamente (PADILHA, 2013). O solo da área é classificado como Cambissolo Húmico Argiloso, com 43% de argila, 28% de silte e 29% de areia (ABREU, 2017) e a precipitação pluviométrica anual pode oscilar entre 1.360 mm e 1.600 mm, com maior concentração nos meses de setembro a fevereiro (Figura 12).

FIGURA 13: Dados históricos da média de precipitação pluviométrica no município de Otacílio Costa (Fonte de dados: Clima Tempo, 2021).



Fonte: Autor (2021).

Antes da exploração de *Pinus* spp. ocorrida na área, a cobertura vegetal natural da fazenda era composta por campos associados a fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (FOM) (FERREIRA, 2011) e atualmente é constituída por fragmentos de diferentes estágios sucessionais que são resultado dos diferentes usos antrópicos, como o pisoteio de bovinos e plantios de *Pinus* spp. (MARTINS et al., 2017). A tabela abaixo informa as espécies vegetais que são encontradas na área de estudo a partir de estudo realizado na área por Aquino (2022).

Tabela 2: Composição florística da área de estudo a partir de estudo realizado na área.

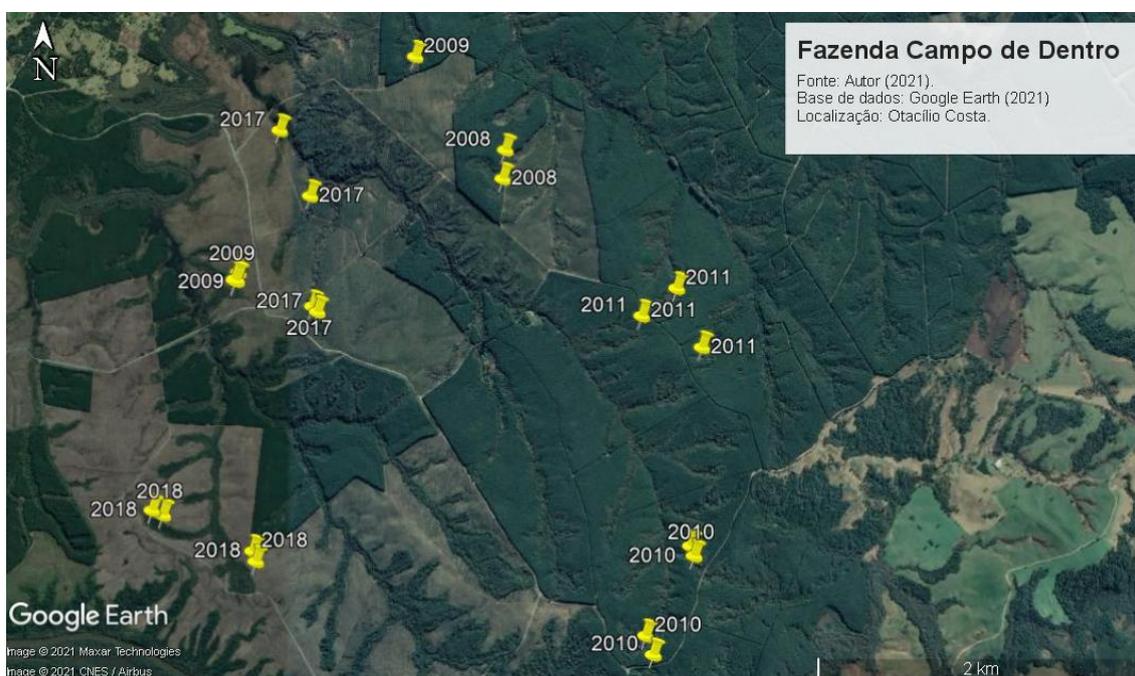
| ESPÉCIES | NOME COMUM | FV |
|---|-------------------|---------|
| Acanthaceae sp. | - | - |
| <i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand | Aroeira-bugre | A |
| <i>Schinus</i> sp. 1 | - | - |
| <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi | Aroeira-vermelha | A |
| <i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer | Araticum | A |
| <i>Ilex dumosa</i> Reissek | Caúzinha | Arv |
| <i>Ilex microdonta</i> Reissek | Caúna | A |
| <i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil. | Erva-mate | A |
| <i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek | Caúna | A |
| <i>Oreopanax fulvum</i> Marchal | Figueira-brava | Arv |
| <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze | Araucária | A |
| Asteraceae sp. 1 | - | - |
| Asteraceae sp. 2 | - | - |
| ESPÉCIES | NOME COMUM | FV |
| <i>Austroeuatorium laetevirens</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob. | - | Arb |
| <i>Baccharis dentata</i> (Vell.) G.Barroso | Vassourinha | Arb |
| <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC | Vassourinha | Arb |
| <i>Baccharis erioclada</i> DC. | Vassoura-lageana | Arb |
| <i>Baccharis microdonta</i> DC. | Vassoura | Arb |
| <i>Baccharis montana</i> DC. | Vassoura | Arb |
| <i>Baccharis semiserrata</i> DC. | Vassoura | Arb |
| <i>Baccharis uncinella</i> DC. | Vassoura | Arb |
| <i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob. | Assa-peixe | Arb |
| <i>Chrysolaena platensis</i> (Spreng.) H.Rob. | Assa-peixe | Sub-arb |
| <i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight | Serralha-falsa | H |
| <i>Grazielia intermedia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob. | - | Arb |
| <i>Lepidaploa muricata</i> (DC.) H.Rob. | - | Arb |
| <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme | Vassourão-branco | A |
| <i>Solidago chilensis</i> Meyen | Arnica-brasileira | H |
| <i>Symphyopappus compressus</i> (Gardner) B.L.Rob. | Vassoura | Arb |
| <i>Symphyopappus itatiayensis</i> (Hieron.) R.M.King & H.Rob | - | Arb |
| <i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob. | Vassourão-branco | A |
| <i>Vernonanthura montevidensis</i> (Spreng.) H.Rob. | Vassoura-rosa | Sub-arb |
| <i>Vernonanthura tweedieana</i> (Baker) H.Rob. | Assa-peixe | Arb |

| | | |
|---|---------------------|-----------|
| <i>Vernonanthura westiniana</i> (Less.) H.Rob. | Assa-peixe-roxo | Arb |
| <i>Jacaranda puberula</i> Cham. | Caroba | A |
| <i>Clethra scabra</i> Pers. | Carne-de-vaca | A |
| Cyperaceae | | |
| <i>Carex brasiliensis</i> A.St.-Hil. | - | - |
| <i>Croton</i> sp. | - | - |
| <i>Croton triqueter</i> Lam. | - | Arb |
| <i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong | Leiteiro | A |
| <i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton | Rabo-de-bugio | Arv |
| <i>Mimosa scabrella</i> Benth. | Bracatinga | A |
| <i>Lamiaceae</i> sp. | - | - |
| <i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees & Mart.) Kosterm. | Canela | A |
| <i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm | Canela | A |
| <i>Nectandra lanceolata</i> Nees | Canela-amarela | A |
| <i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso | Imbuia | A |
| <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees | Canela-sebo | A |
| <i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez | Canela-lajeana | A |
| <i>Ocotea</i> sp. | - | - |
| Malvaceae sp. 1 | - | - |
| Malvaceae sp. 2 | - | - |
| Malvaceae sp. 3 | - | - |
| ESPÉCIES | NOME COMUM | FV |
| <i>Leandra</i> sp. <i>laetevirens</i> | - | - |
| <i>Leandra</i> sp. | - | - |
| Malastomataceae sp. | - | - |
| <i>Miconia cinerascens</i> Miq. | Jacatirão | Arb |
| <i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin ex Naudin | Pixirica | Arb |
| <i>Cedrela fissilis</i> Vell. | Cedro | A |
| <i>Calyptanthus concinna</i> DC. | Guamirim | A |
| <i>Eugenia pluriflora</i> DC. | Guamirim | A |
| <i>Eugenia uniflora</i> DC. | Pitanga | Arb |
| <i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand | Cambuí | A |
| <i>Myrcia palustris</i> DC. | Pitangueira-do-mato | A |
| <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC. | Guamirim | A |
| Poaceae | | |
| <i>Axonopus polystachys</i> G.A. Black | - | - |
| <i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth. | - | - |
| <i>Danthonia secundiflora</i> J.Presl Det.: H. J. Conert | - | - |
| <i>Eustachys swalleniana</i> A.M. Molina | - | - |

| | | |
|--|---------------------|---------|
| <i>Ichnanthus</i> sp. | - | - |
| <i>Homolepis glutinosa</i> (Sw.) Zuloaga & Soderstr. | - | - |
| <i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi | - | - |
| <i>Panicum ovuliferum</i> Trin. | - | - |
| <i>Panicum pantrichum</i> Hack. | - | - |
| <i>Panicum rude</i> Nees | - | - |
| <i>Paspalum urvillei</i> Steud. | - | - |
| <i>Saccharum angustifolium</i> (Nees) | - | - |
| <i>Setaria vulpiseta</i> (Lamarck) Roemer & Schultes | - | - |
| <i>Sorghastrum</i> sp. | - | - |
| <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. | Capororoca | A |
| <i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav. | Capororoca | A |
| <i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw. | Canjica | A |
| <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. | Pessegueiro-do-mato | A |
| <i>Rubus sellowi</i> Charm. & Schldl. | Amora | Sub-arb |
| <i>Palicourea australis</i> C.M.Taylor | Erva-de-rato | Arb |
| <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. | Mamica-de-cadela | A |
| <i>Casearia decandra</i> Jacq. | Cafezeiro-do-mato | A |
| <i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler | Sucar | A |
| <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk. | Camboat-branco | A |
| <i>Brunfelsia cuneifolia</i> J.A.Schmidt | - | Arv |
| <i>Solanum cf. compressum</i> L.B.Sm. & Downs | Canema-mirim | A |
| <i>Solanum lacerdae</i> Dusn | Uva-do-mato | Arb |
| <i>Solanum mauritianum</i> Scop. | Fumo-bravo | A |
| <i>Solanum pseudocapsicum</i> L. | Ginjeira-do-Brasil | Arb |
| <i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hill. | Buqu-de-noiva | A |
| <i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal | Jo-manso | A |
| <i>Solanum</i> sp. | - | - |
| <i>Solanum variabile</i> Mart. | Jurubeba-velame | Arb |
| <i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn. | Canela-seiva | A |
| <i>Symplocos pentandra</i> (Mattos) Occhioni ex Aranha | - | A |
| <i>Symplocos tenuifolia</i> Brand | Maria-mole | A |
| <i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth. | Sete-sangrias | A |
| <i>Drimys brasiliensis</i> Miers | Cataia | A |
| Sp. 1 | - | - |
| Sp. 2 | - | - |
| Sp. 3 | - | - |
| Total | | |

Desde 1960, houve a substituição da cobertura nativa por florestamento e reflorestamento de espécies exóticas e, após ciclos de exploração, principalmente do *Pinus* spp., parte destas áreas passaram a ser utilizadas para adequação ambiental de Áreas de Preservação Permanente, desde 2008 (STEDILLE, 2016). Na fazenda Campo de dentro (Figura 13), a extração de *Pinus* spp. ocorreu em períodos diferentes, caracterizando-a em diferentes idades de processo de restauração florestal: 13 anos (2008), 12 anos (2009), 11 anos (2010), 10 anos (2011), 4 anos (2017) e 3 anos (2018).

FIGURA 14: Vista aérea da Fazenda Campo de dentro, com localização das áreas de estudo. Os anos correspondem à época que ocorreu a extração madeireira.



Fonte: Autor, 2021.

5.2.2 Coleta de dados

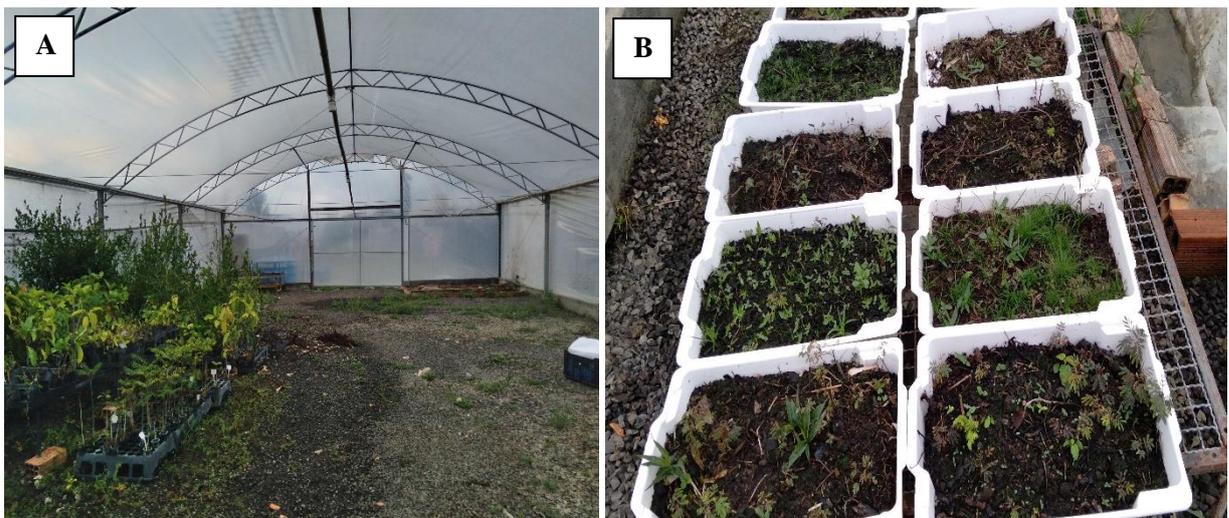
Foram realizadas 48 coletas do banco de sementes com o auxílio de um gabarito de madeira com dimensões de 0,5 m x 0,5 m. O local de coleta foi limpo e o banco de sementes foi coletado a uma profundidade de 5 centímetros (Figura 14). As amostras foram colocadas em sacos de papel, devidamente identificadas e levadas para casa de vegetação com condições de luz e temperatura reguladas e colocadas em bandejas de plástico e regadas diariamente na Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (UDESC – CAV), durante o período de seis meses (Figura 15).

Figura 15: (A): Gabarito de madeira. (B): Profundidade do solo para coleta do banco de sementes.



Fonte: Autor (2021).

Figura 16: (A) Casa de vegetação. (B) Bandejas com amostras de solo.



Fonte: Autor, 2021.

Conforme os indivíduos foram germinando, as suas características dendrológicas eram observadas para a realização da identificação. Com o auxílio da literatura, de profissionais e consulta a herbários os indivíduos que germinavam eram identificados a nível de espécie e família. Para auxiliar a identificação das espécies que germinaram no banco de sementes foram utilizados os sites da Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), Flora Digital (<https://floradigital.ufsc.br>), o Guia para reconhecimento de espécies dos campos sulinos (IBAMA), artigos científicos e consulta a profissionais.

Foram calculados os Índices de diversidade de Shannon e equabilidade de Pielou e foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) para determinar se houve diferença significativa entre o número de espécies que germinaram nas áreas de estudo.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram contabilizados 471 indivíduos que emergiram no banco de sementes, dos quais 73 são da forma de vida arbórea (15,27%) e 398 são herbáceas (87,73%) (Tabela 3). Observou-se predominância da espécie *Mimosa scabrella* Benth. com maior número de indivíduos germinados no banco de sementes. A Tabela 3 informa a família, o nome das espécies encontradas e a forma de vida.

Não foi observada diferença significativa entre o número de espécies germinadas nas áreas, informação acusada pela Análise de Variância (p – valor 0,3621). Poaceae e Cyperaceae foram as famílias que apresentaram maior número de espécies encontradas no banco de sementes, com cinco e quatro espécies, respectivamente (Figura 18). A família Fabaceae apresentou o maior número de indivíduos de uma espécie, 73 indivíduos de *Mimosa scabrella* germinados. O grande número de bracatingas em relação às demais espécies informa da capacidade de colonização da área por esta espécie após um distúrbio, visto que no levantamento florístico (Tabela 2) realizado na área de estudo não houve ocorrência de bracatinga, informando, assim, que esta espécie ocupa o banco de sementes permanente do solo.

Outra espécie que merece atenção é *Urochloa brizantha* (braquiária) que é uma gramínea invasora exótica com potencial alelopático e que interfere no estabelecimento de outros indivíduos e que foi documentada apenas na idade de 2008. Silva (2011) pesquisando sobre restauração ecológica em uma pastagem abandonada dominada por *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga, relatou que a presença de braquiária reduziu a germinação e o estabelecimento de plantas jovens na área onde o estudo foi conduzido.

Em relação ao hábito das espécies, há predominância das espécies herbáceas. Outras pesquisas focadas para o entendimento do banco de sementes também mostram a predominância de espécies herbáceas se sobressaindo em relação às espécies arbóreas. Weber et al. (2012) avaliando o banco de sementes do solo em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial verificaram que das sementes germinadas, 83,57%

eram herbáceas, 5,65% arbustivas e apenas 5,12% arbóreas e atribuem a grande ocorrência de famílias herbáceas às áreas do entorno que são campos e regiões antropizadas. Martins et al. (2008) encontraram em sua maioria espécies herbáceas (82,2%) avaliando o banco de sementes em área degradada por mineração que estava sob vegetação secundária. Os autores salientam que caso haja uma perturbação severa na área, o banco de sementes composto por ervas daninhas, que são oriundas de áreas antropizadas do entorno, representam uma fragilidade para a vegetação arbustivo-arbórea presente na área degradada.

Tabela 3: Espécies que germinaram no banco de sementes na área de estudo.

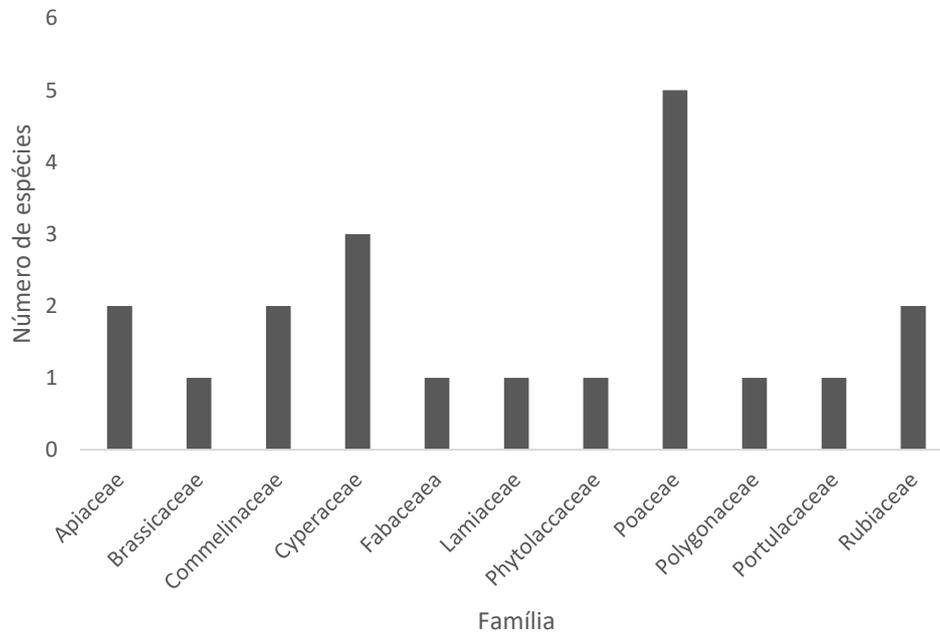
| Espécie/Família | Ni | Densidade Relativa | Densidade Absoluta | Origem | FV |
|---|----|--------------------|--------------------|--------|------|
| Fabaceae | 74 | 15,71 | 0,03 | Nat | Árb |
| <i>Mimosa Scabrella Benth.</i> | | | | | |
| Phytolaccaceae | 1 | 0,21 | 0,00 | Exo | Arbu |
| <i>Phytolacca americana</i> | | | | | |
| Cyperaceae | 19 | 4,03 | 0,01 | Exo | Herb |
| <i>Isolepis setácea (L.) R. Br.</i> | | | | | |
| <i>Cyperus difformis L.</i> | 20 | 4,25 | 0,01 | Exo | Herb |
| <i>Cyperus esculentus</i> | 44 | 9,34 | 0,02 | Exo | Herb |
| <i>Cyperus odoratus L.</i> | 59 | 12,53 | 0,02 | Nat | Herb |
| Portulacaceae | 3 | 0,64 | 0,00 | Nat | Herb |
| <i>Portulaca umbraticola Kunth.</i> | | | | | |
| Poaceae | 3 | 0,64 | 0,00 | Exo | Herb |
| <i>Sorghastrum setosum (Griseb.) Hitchc</i> | | | | | |
| <i>Eragrostis lugens Nees</i> | 43 | 9,13 | 0,02 | Nat | Herb |
| <i>Axonopus siccus (Nees) Kuhlman.</i> | 9 | 1,91 | 0,00 | Nat | Herb |
| <i>Oplismenus hirtellus (L.) P.Beauv.</i> | 37 | 7,86 | 0,01 | Nat | Herb |
| <i>Urochloa brizantha cv. Marandú</i> | 22 | 4,67 | 0,01 | Exo | Herb |
| Commelinaceae | 29 | 6,16 | 0,01 | Nat | Herb |
| <i>Tradescantia cerinthoides Kunth.</i> | | | | | |
| <i>Tradescantia sillamontana Matuda</i> | 22 | 4,67 | 0,01 | Exo | Herb |
| Lamiaceae | 1 | 0,21 | 0,00 | Exo | Herb |
| <i>Melissa officinalis L.</i> | | | | | |
| <i>Mitracarpus hirtus (L.) DC.</i> | 1 | 0,21 | 0,00 | Nat | Herb |
| Brassicaceae | 47 | 9,98 | 0,02 | Exo | Herb |
| <i>Cardamine flexuosa With.</i> | | | | | |
| Apiaceae | 32 | 6,79 | 0,01 | Nat | Herb |
| <i>Centella asiática (L.) Urban</i> | | | | | |
| Asteraceae | 1 | 0,21 | 0,00 | Nat | Herb |
| <i>Ageratum conyzoides (L.)</i> | | | | | |
| Rubiaceae | 3 | 0,64 | 0,00 | Exo | Herb |
| <i>Galium spp</i> | | | | | |
| Polygonaceae | 1 | 0,21 | 0,00 | Nat | Herb |

Polygonum punctatum Elliott.

| | | |
|----|-----|------|
| 47 | 100 | 0,19 |
|----|-----|------|

Fonte: Autor (2022).

Figura 17: Número de espécies de cada família que emergiu no banco de sementes.



Fonte: Autor (2022).

Piaia et al. (2017) avaliando o banco de sementes para fins de transposição no centro de um fragmento florestal e na borda deste fragmento em Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, RS, também encontram 81,2% das espécies do banco de sementes sendo da forma de vida herbácea. Como o banco de sementes se caracteriza como uma alternativa para recuperação de áreas por meio de sua transposição, é necessário que, conforme sustentam Neto et al. (2010), antes que seja transportado, ele deve ser analisado para que as plantas herbáceas e gramíneas agressivas não dificultem a sucessão que se almeja estimular.

A área de coleta desta pesquisa apresentou baixa diversidade de espécies, visto que o índice de Shannon encontrado foi igual a 0,33 que, quando comparado a outras pesquisas, se mostra abaixo da faixa de valores encontrados por outros autores (Tabela 4). Da mesma forma, o índice de Pielou representa elevada dominância por uma ou poucas espécies na área, sendo esse o principal motivo pela baixa diversidade de espécies encontrada.

Tabela 4: Índice de Shannon documentado em estudos sobre o banco de sementes.

| Autores | Áreas | Índice de Shannon |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Oliveira et al. (2018) | Mata Ciliar | 2,12 |
| Martins et al. (2017) | Floresta Ombrófila Mista | 3,1 |
| Neto et al. (2014) | Floresta Restaurada | 3,21 |
| | Floresta Nativa Remanescente | 3,18 |
| Schorn et al. (2013) | APP com extração de Pinus | 3,06 |
| | Reflorestamento remanescente de Pinus | 2,87 |
| Procknow (2019) | Área de Restauração Passiva no Pampa | 2,92 |

Fonte: Autor (2022).

Quando as idades são comparadas entre si em relação à riqueza de espécies, é possível averiguar que não há grande disparidade entre as localidades, porém observa-se um maior índice de Shannon na área mais antiga em processo de restauração (Tabela 5).

Tabela 5: Índice de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou (J') para as áreas de estudo.

| IDADE | H' | J' |
|---------|------|------|
| 13 Anos | 0,35 | 0,06 |
| 12 Anos | 0,23 | 0,04 |
| 11 Anos | 0,34 | 0,05 |
| 10 Anos | 0,33 | 0,05 |
| 4 Anos | 0,23 | 0,04 |
| 3 Anos | 0,23 | 0,04 |

Fonte: Autor (2022).

Gonçalves et al. (2008) analisando o banco de sementes em talhões de *Pinus* e *Eucalyptus* apontam que quanto maior a intervenção em povoamentos de espécies exóticas (como pinus e eucalipto) maior é o número de espécies herbáceas que será documentado em relação às espécies arbóreas.

As áreas da presente pesquisa não estão próximas de fragmentos florestais em estágio avançado de recuperação, e sim de plantios comerciais. Isso pode influenciar na chegada de novos propágulos nas áreas e dificultar o estabelecimento dos mesmos nas áreas de estudos. Machado et al. (2013) avaliando o banco de sementes de uma área em recuperação no cerrado explicam a baixa ocorrência de sementes de espécies arbóreas nos resultados encontrados pelo fato de as áreas da pesquisa estarem em estágio inicial

de sucessão ecológica e não possuem árvores matrizes circundando-as e nem fragmentos florestais conservados no entorno, fato este que dificulta a dispersão de frutos. Os autores ainda ressaltam nestes casos técnicas de semeadura direta com espécies arbóreas podem ser adotadas para acelerar o processo de restauração ambiental.

Para que ocorra o melhor entendimento do papel do banco de sementes em pesquisas voltadas para a restauração florestal é necessário que se entenda o processo de formação deste banco que se inicia na dispersão das sementes, conhecer o entorno que circundas as áreas e o histórico de uso do solo para que se possam traçar estratégias de manejo almejando o êxito da restauração florestal.

Outro fator que tem relação direta com o estabelecimento de espécies do banco de sementes e no sucesso de seu crescimento e desenvolvimento são as propriedades químicas do solo. Espécies do gênero *Pinus* quando passam por desbastes exportam quantidades expressivas de nutrientes do solo, deixando-o com uma baixa fertilidade e pH baixo, o que o classifica como ácido.

É importante ressaltar que as áreas onde as coletas foram realizadas passaram por essa extração e estão passando por restauração florestal espontânea. Isso pode explicar a baixa ou mesmo, em alguns casos, ausência de germinação de espécies no banco de sementes deste estudo. Conforme conclui Secco (2019) em estudo do banco de sementes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista e um povoamento de *Pinus*, em caso de supressão da monocultura, é necessário que haja intervenção antrópica por meio da restauração ativa dependendo do nível de alteração do ambiente almejando o aporte maior de espécies lenhosas.

O estudo do banco de sementes ainda é pioneiro em Áreas de Preservação Permanente na região de Otacílio Costa portanto ainda há carência de informações acerca deste componente para as áreas onde as coletas foram realizadas. Cabe salientar também que conhecer a riqueza de espécies presente no solo da área constitui importante via para compreender processos ecológicos como a chuva de sementes e se há fatores bióticos ou abióticos que interferem neste processo. Ressalta-se o fato de que a germinação de espécies no banco de sementes é influenciada pelo bioma e tipologia florestal onde está sendo realizado tal estudo, sendo, em alguns casos, difícil a comparação com outras pesquisas, e que nem sempre, as espécies que emergiram no banco de sementes refletem a composição florística do local.

5.4 CONCLUSÃO

O banco de sementes desta pesquisa não reflete a diversidade de espécies que está presente na área de estudo. A baixa diversidade de espécies encontrada no banco de sementes é explicada pela ausência de fontes de propágulos próximos da área de estudo, visto que as áreas em processo de restauração estão rodeadas de povoamentos de pinus e isso dificulta a chegada de novos indivíduos na área por meio do processo de dispersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F.S.; **Taxas de fluxo de CO₂ do solo de diferentes clones de *Eucalyptus spp.* sob dois níveis de disponibilidade hídrica e sua relação com a produtividade, no município de Otacílio Costa – SC.** 2017. 40 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

AQUINO, M.G.C.; **Indicadores ecológicos e atributos funcionais em áreas de preservação permanente em processo de restauração florestal na região serrana de Santa Catarina.** 2022. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias.

BERTOLINI, I.C.; WATZLAWICK, L.F.; SENS, T.M.Z.G.; VANTROBA, A.P.; SCHRAN, J.P.; POTT, C.A; LUSTOSA, S.B.C.; **Composição florística do banco de sementes em área de recuperação aos dez anos de idade no sul do país. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 5, e91953174, 2020.**

BRAGA, A.J.T.; GRIFFITH, J.J.; PAIVA, H.V.; MEIRA, J.A.A.M.; **Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando seu potencial de uso e recuperação ambiental. *Revista Árvore*, n. 32, v. 6, p. 1089 – 1098, 2008.**

CALEGARI, L.; MARTINS, S.V.; CAMPOS, L.C.; BSILVA, E.; GLERIANI, J.M.; **Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. *Revista Árvore*, v.37, n.5, p.871 – 880, 2013.**

COSTA, P.F.; PEREIRA, Z.V.; FERNANDES, S.S.L.; FRÓES, C.Q.; SANTOS, B.S.; BARBOSA, T.O.; **Banco de sementes do solo em áreas restauradas no sul do estado de Mato Grosso do Sul – MS. *Ciência Florestal*, v. 30, n. 1, p. 104 – 116, 2020.**

FERREIRA, P.I.; **Caracterização do componente arbóreo de áreas de preservação permanente em reflorestamentos de espécies exóticas como subsídio para restauração.** 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, SC.

FERREIRA, P.I.; GOMES, J.P.; BATISTA, F.; BERNARDI, A.P.; COSTA, N.C.F.; BORTOLUZZI, R.L.C.; MANTOVANI, A.; **Espécies Potenciais para Recuperação de Áreas de Preservação Permanente no Planalto Catarinense. *Floresta e Ambiente*, v.20, n.2, p. 173 – 182, 2013.**

FIGUEIREDO, P.H.A; MIRANDA, C.C.; ARAÚJO, F.M.; VALCARCEL, R.; **Germinação ex-situ do banco de sementes do solo de capoeira em restauração florestal espontânea a partir do manejo do sombreamento. *Scientia Forestalis*, v. 42, n.101, p. 69 – 80, 2014.**

GONÇALVES, A.R.; MARTINS, R.C.C.; MARTINS, I.S.; FELFILI, J.M. Banco de sementes do sub-bosque de Pinus spp. e Eucalyptus spp. na Flona de Brasília. **Cerne**, v. 14, n. 1, p. 23-32, 2008.

MACHADO, V.M.; SANTOS, J.B.; PEREIRA, I.M.; LARA, R.O.; CABRAL, C.M.; AMARAL, C.S.; Avaliação do banco de sementes de uma área em processo de recuperação em cerrado campestre. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 303-312, 2013.

MARTINS, D.A.P.; LANZARINI, A.C.; HEINZ, C.F.; VIEIRA, F.S.; BONATTO, R.A.; KANIESKI, M.R.; Avaliação da transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo em uma área degradada no planalto catarinense. **FLORESTA**, v. 47, n. 3, p. 237 – 246, 2017.

MARTINS, S.V.; ALMEIDA, D.P.; FERNANDES, L.V.; RIBEIRO, T.M.; Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Árvore**, v.32, n.6, p.1081-1088, 2008.

MENDES, C.J.; BERGER, R.; NASCIMENTO, R.G.M.; Atividade florestal nas propriedades rurais da região de Otacílio Costa, SC. **FLORESTA**, v. 41, n. 4, p. 729 - 736, 2011.

MORESSI, M.; PADOVAN, M.P.; PEREIRA, Z. V.; Banco de sementes como indicador de restauração em sistemas agroflorestais, multiestratificados no Sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Árvore*, n. 38, v.6 p. 1073 – 1083, 2014.

NETO, A.M.; MARTINS, S.V.; SILVA, K.A.; GLERIANI, J.M.; Banco de sementes do solo e serapilheira acumulada em floresta restaurada. **Árvore**, v.38, n.4, p. 609 – 620, 2014.

NETO, A.M.; MARTINS, S.V.; SILVA, K.A.; LOPES, A.T.; DEMOLINARI, R.A.; Banco de Sementes em Mina de Bauxita Restaurada no Sudeste do Brasil. **Floresta e Ambiente** 2017; 24: e00125414.

OLIVEIRA, T.J.S.; BARROSO, D.J.; ANDRADE, A.G.; FREITAS, I.L.J.; AMIM, R.T.; Banco de sementes do solo para uso na recuperação de matas ciliares degradadas na região Noroeste Fluminense. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 206 – 217, 2018.

PADILHA, J.; **Erosão hídrica em cultivo inicial de *Eucalyptus benthamii*, sob três métodos de preparo do solo**. 2013. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Departamento de Ciência do Solo. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias – UDESC CAV.

PIAIA, B.B.; ROVEDDER, A.P.M.; COSTA, E.A.; FELKER, R.M.; PIAZZA, E.M.; STEFANELLO, M.M.; Transposição do banco de sementes para restauração ecológica floresta estacional no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.12, n.2, p.227-235, 2017.

PROCKNOW, D. Chuva de sementes e banco de sementes do solo como indicadores ecológicos de restauração para o bioma Pampa. 2019. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

RIBEIRO, T.O.; BAKKE, I.A.; SOUTO, P.C.; BAKKE, O.A.; LUCENA, D.S.; Diversidade do banco de sementes em diferentes áreas de Caatinga manejadas no semiárido da Paraíba, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 203-213, 2017.

SCHORN, L.A.; FENILLI, T.A.B.; KRUGER, A.; PELLENS, G.C.; BUDAG, J.J.; NADOLNY, M.C.; Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **FLORESTA**, v. 43, n. 1, p. 49-58, 2013.

SECCO, R.T.; BLUM, C.T.; VELAZCO, S.J.E.; Influência de povoamento de *Pinus taeda* sobre o banco de sementes na região de Floresta Ombrófila Mista. *Rodriguésia* 70: e03212017. 2019.

SEUBERT, R.C.; MAÇANEIRO, J.P.; BUDAG, J.J.; FENILLI, T.A.B.; SCHORN, L.A.; Banco de sementes do solo sob plantios de *Eucalyptus grandis* no município de brusque, Santa Catarina. **FLORESTA**, v. 46, n. 2, p. 165-172, 2016.

SILVA, J.C.B.; **Restauração ecológica com uso de poleiros artificiais em área dominada por braquiária (*Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga)**. 2011. 28 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Estadual de Maringá

SOUZA, M.L.; NOGUEIRA, A.C.; MACEDO, R. L.G.; SANQUETTA, C.R.; VENTURIN, N.; Estudos de um banco de sementes no solo de um fragmento florestal com *Araucaria angustifolia* no estado do paraná. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 41, n. 2, p. 335-346, 2011.

STEDILLE, L.I.B.; **Restauração florestal versus referência ecológica: utilização de indicadores ecológicos em ambientes ciliares na Floresta Ombrófila Mista**. 2016. 204 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). **Diagnóstico da base florestal no raio de 150 km em torno do centro do município de Otacílio Costa**. Curitiba: UFPR; LIF; FHS, 2006. 38 p.

WEBER, A.J.C.S.; NOGUEIRA, A.C.; CARPANEZZI, A.A.; GALVÃO, F.; WEBER, S.H.; Composição florística e distribuição sazonal do banco de sementes em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n.70, p. 193 – 207, 2012.

6 CONCLUSÃO GERAL

O estoque de serapilheira apresenta aumento no seu acúmulo conforme as áreas vão avançando no processo de regeneração natural, fato que este que protege o solo contra agentes erosivo, porém não influencia nas suas propriedades químicas e nem na retenção de umidade.

Recomenda-se que seja feita correção das propriedades químicas do solo, principalmente em relação a sua acidez, visto que esta característica está influenciando para o estabelecimento de indivíduos no banco de sementes.

É necessário que, caso haja uma nova perturbação nas áreas de estudo, seja feita intervenção pelo método de semeadura direta com espécies arbóreas, pois o banco de sementes apresentou em sua maioria ervas e herbáceas na sua composição.

REFERÊNCIAS GERAIS

- ANDRADE NETTO, D. S. DE, RODRIGUES, R. R., NAVE, A. G., GANDOLFI, S., MOLINA, D., ISERNHAGEN, I., & COPETTI, L. (2015). Cartilha de restauração florestal de áreas de preservação permanente, Alto Teles Pires, MT. Brasília: The Nature Conservancy & LERF.
- BARBOSA, J.P.L.; MANSANO, S.R.V.; O reflorestamento da Mata Atlântica Brasileira: um estudo sobre as relações de poder na área ambiental. **Organizações e Democracia**, v. 19, n. 2, p. 109-126, 2018.
- CAMPOS, E.H.; ALVES, R.R.; SERATO, D.S.; RODRIGUES, G.S.S.C.; RODRIGUES, S.C.; Acúmulo de serrapilheira em fragmentos de mata *mesofítica* e cerrado *stricto sensu* em Uberlândia – MG. **Sociedade & Natureza**, v.20, n., p.189 – 203, 2008.
- CARDOSO, J.T.; A Mata Atlântica e sua conservação. **Encontro Teológicos**, v. 31, n. 3, p. 441 – 458, 2016.
- CALDATO, S.; LONGHI, S. J.; FLOSS, P. A. Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma Floresta Ombrófila Mista, em Caçador (SC). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 89-101, 1999
- CUNHA NETO, F.V.; LELES, P.S.S.; PEREIRA, M.G.; BELLUMATH, V.G.H.; FARIAS, D.T.; BARRETO, F.R.S.; SOUZA, M.R.; SILVA, C.J.; Serapilheira em fragmento florestal de caatinga arbustivo-arbórea fechada. **Revista Verde**, v. 14, n.2, p.331-337, 2019.
- KLIPPEL, V.H.; PEZZOPANE, J.E.M.; CALDEIRA, M.V.W.; SILVA, G.S.; CASRO, K.C.; Acúmulo de serapilheira e nutrientes em área com diferentes metodologias de Restauração Florestal. **Comunicata Scientiae**, n.7, v.2, p. 241 – 250, 2016.
- MEDEIROS, J.D.; SAVI, M.; BRITO, B.F.A.; Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, v.18, n.2, p. 33 – 50, 2005.
- OLIVEIRA, T.J.F.; BARROSO, T.G.; ANDRADE, A.G.; FREITAS, I.L.J.; AMIN, R.T.; Banco de sementes do solo para uso na recuperação de matas ciliares degradadas na região noroeste fluminense. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 206-2017, 2018.
- OLIVEIRA, R.E.; ENGEL, V.L.; Indicadores de monitoramento da restauração na Floresta Atlântica e atributos para ecossistemas restaurados. **Scientia Plena**, v.13, n.12, p.1 – 13, 2017.
- SILVA, M.S.C.; SILVA, E.M.R.; PEREIRA, M.G.; SILVA, C.F.; Estoque de serapilheira e atividade microbiana em solos sob sistemas agroflorestais. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n.4, p. 431 – 441, 2012.

Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

TURMINA, E.; KANIESKI, M.R.; SILVA, A.C.; HIGUCHI, P.; FARIAS, K.J.; SANTOS, G.N.; Regeneração natural de uma área de floresta ombrófila mista. *Oecologia Australis*, n. 24, v.1, p. 88 –1 00, 2020.