

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

LUCAS DA ROSA OLIVEIRA

**PRODUÇÃO CIENTÍFICA E DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM FLORESTA
ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

CRICIÚMA, SC

2021

LUCAS DA ROSA OLIVEIRA

**PRODUÇÃO CIENTÍFICA E DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM FLORESTA
ATLÂNTICA NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Robson dos Santos
Coorientador: Prof. Dr. Guilherme Alves Elias

CRICIUMA, SC

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

O48p Oliveira, Lucas da Rosa.

Produção científica e dinâmica da serapilheira em floresta atlântica no sul do Brasil / Lucas da Rosa Oliveira. - 2021.

72 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2021.

Orientação: Robson dos Santos.

Coorientação: Guilherme Alves Elias.

1. Serapilheira - Mata Atlântica - Pesquisa. 2. Solos florestais. 3. Ciclo mineral (Biogeoquímica). 4. Ciclagem de nutrientes. 5. Estágios sucessionais. 6. Florestas - Reprodução. 7. Bibliometria. I. Título.

CDD 23. ed. 577.3

Bibliotecária Eliziane de Lucca Alosilla - CRB 14/1101

Biblioteca Central Prof. Eurico Back - UNESC



PARECER

Os membros da Comissão Examinadora homologada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais reuniram-se forma remota conforme RESOLUÇÃO N. 02/2020/PPGCA que estabelece procedimento para a Defesa de Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais por meio de videoconferência, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato **LUCAS DA ROSA OLIVEIRA**, sob o título: “**PRODUÇÃO CIENTÍFICA E DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM FLORESTA ATLÂNTICA NO BRASIL**”, para obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e arguida o candidato, os membros são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação.

Criciúma/SC, 20 de dezembro de 2021.

Profa. Dra. Fatima Elizabeti Marcomin
Primeiro Examinador

Profa. Dra. Vanilde Citadini-Zanette
Segundo Examinador

Prof. Dr. Robson dos Santos
Presidente da Comissão e Orientador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por ser meu guia, ter me dado saúde, proteção e força para superar as dificuldades em todos os momentos.

Ao meu orientador professor Dr. Robson dos Santos pelo acolhimento, paciência, compreensão, disponibilidade e sobretudo pelos conhecimentos repassados durante a graduação e mestrado. Obrigado pela amizade e por ter me ensinado a fazer ciência com profissionalismo e ética.

Ao meu coorientador professor Dr. Guilherme Alves Elias, que apesar de atarefado, sempre disponibilizou tempo para contribuir com a dissertação. Obrigado pela amizade, disponibilidade e ensinamentos. Foi muito importante trabalhar com análise bibliométrica!

Aos colegas e amigos do Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI) que, mesmo pela distância em época de pandemia, estiveram sempre presentes. Em especial à Iara Zaccaron Zanoni pela ajuda na coleta da serapilheira no Parque Estadual da Serra Furada.

Ao meu amigo Luciano Bastos da Rosa pela amizade, parceria e companheirismo em todos os momentos. Essa conquista também é sua!

Aos meus colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) que compartilharam alegrias e angustias: Elaine, Caroline, Augusto, Juliane, Alessandra e Gilberto. Todo nosso esforço valeu a pena! Obrigado por sempre estarem presentes.

À professora Dra. Vanilde Citadini Zanette pelos ensinamentos.

Aos docentes do PPGCA pelos ensinamentos repassados.

A minha família pela educação, afeto e apoio dedicados. Eles foram os que me acalmaram nos momentos de ansiedade, desespero e angustia. Essa vitória também é de vocês!

Aos amigos Gabriel e Perla pelos momentos de descontração e pelos anos de amizade.

Ao Herbário CRI da UNESC pela estrutura disponibilizada.

A administração da Prefeitura Municipal de Três Cachoeiras, Rio Grande do Sul, pelas licenças disponibilizadas à elaboração deste trabalho.

Ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA-SC) por permitir o acesso à área de estudo no Parque Estadual da Serra Furada (PAESF) e pelo apoio logístico durante as atividades de campo.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo apoio financeiro dado ao Projeto Biodiversidade da Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina, Chamada Pública FAPESC nº 01/2019.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos que de alguma forma contribuíram para que este trabalho pudesse ser concluído. Deixo aqui a minha sincera gratidão.

Muito obrigado!

*Mude suas opiniões, mantenha seus princípios.
Troque suas folhas, mantenha intacta suas raízes.
Victor Hugo.*

RESUMO

As florestas tropicais são ecossistemas de grande produtividade, onde a maior parte da energia e nutrientes é voltado à manutenção e crescimento das árvores e de suas estruturas, as quais normalmente são substituídas em resposta aos fatores bióticos e abióticos, formando a serapilheira. A serapilheira compreende a camada superficial do solo e exerce inúmeras funções no equilíbrio e dinâmica dos ecossistemas florestais. A produção de serapilheira influencia diretamente na quantidade de nutrientes que retornam ao solo e seu acúmulo está diretamente relacionado com a atividade decompositora dos micro-organismos e com o grau de conservação dos ecossistemas. O estudo da serapilheira em florestas tropicais se torna essencial pelos processos dinâmicos que envolvem a matéria orgânica do solo, principalmente, entre diferentes fases de sucessão ecológica da Floresta Atlântica. Diante disso, a dissertação teve como objetivos analisar a produção científica sobre serapilheira em Floresta Atlântica no Brasil por meio de buscas exploratórias nas bases de dados científicas (*SciELO*, *Scopus* e *Web of Science*) e avaliar a dinâmica da serapilheira em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa Montana em distintas fases de sucessão ecológica secundária do Parque Estadual da Serra Furada, Sul de Santa Catarina. Foram encontrados 393 artigos publicados e indexados em três bases de dados consultadas (1987-2019), justificada em razão da serapilheira proporcionar abrigo, alimentação e local para reprodução de várias espécies. Contudo, diante da elevada biodiversidade e diversidade de ecossistemas presentes na Floresta Atlântica constatou-se baixo número de publicações científicas indexadas, quando analisada as classes de estudo, principalmente àquela relacionada à influência dos fatores abióticos sobre a deposição e acúmulo de serapilheira no solo. Estimou-se produção, acúmulo e decomposição serapilheira (maio/2014 a abril/2015). A produção anual da serapilheira produzida apresentou diferenças em sua totalidade e, entre as áreas estudadas, sendo estimada em 7,74 Mg.ha⁻¹, 12,93 Mg.ha⁻¹ e 13,69 Mg.ha⁻¹, para as áreas florestais em fases inicial, intermediária e avançada de sucessão ecológica, respectivamente. A fração folhas apresentou maior contribuição em todas as áreas estudadas, sendo 5,20 Mg.ha⁻¹ (67%), 7,71 Mg.ha⁻¹ (60%) e 8,32 Mg.ha⁻¹ (60%) para as áreas em fases inicial, intermediária e avançada de sucessão ecológica secundária, respectivamente. Os valores médios mensais da serapilheira acumulada no solo foram de 1,23 Mg.ha⁻¹, 4,48 Mg.ha⁻¹ e 4,53 Mg.ha⁻¹ e os coeficientes de decomposição foram de 6,28, 2,89 e 3,02, respectivamente, nas florestas inicial, intermediária e madura do PAESF. No Estado de Santa Catarina, observou-se que as florestas têm menos da metade do estoque original de madeira e de biomassa e um número muito reduzido de espécies arbóreas, em consequência de constantes intervenções humanas, as quais levaram a fragmentação dos remanescentes florestais. Adicionalmente, a fragmentação eleva as taxas de mortalidade de árvores, influenciando na diversidade de espécies florestais e composição, além de alterar a estrutura do ecossistema, podendo levar a mudanças nos processos ecológicos, como a produção de serapilheira e a ciclagem de nutrientes.

Palavras-chave: análise bibliométrica, ciclagem de nutrientes, estágio sucessional, folheto, Mata Atlântica. regeneração natural.

ABSTRACT

Tropical forests are high productivity ecosystems, where most of the energy and nutrients are devoted to the maintenance and growth of trees and their structures, which are normally replaced in response to biotic and abiotic factors, forming litter. Litter covers the surface layer of the soil and plays numerous roles in the balance and dynamics of forest ecosystems. Litter production directly influences the amount of nutrients that return to the soil and its accumulation is directly related to the decomposing activity of microorganisms and the degree of conservation of ecosystems. The study of litter in tropical forests becomes essential in view of the dynamic processes that involve soil organic matter, mainly between different phases of ecological succession in the Atlantic Forest. Therefore, the dissertation aimed to analyze the scientific production on litter in the Atlantic Forest in Brazil through exploratory searches in the scientific databases (SciELO, Scopus and Web of Science) and to evaluate the litter dynamics in a remnant of Atlantic rainforest in different stages of secondary ecological succession in Parque Estadual da Serra Furada (PAESF), South of Santa Catarina, Brazil. There were 393 articles published and indexed in the three databases (1987-2019), justified by the fact that litter provides shelter, food and a place for reproduction of several species, however, given the high biodiversity and diversity of ecosystems present in the Atlantic rainforest has a low number of indexed scientific publications when analyzing the study classes, especially those related to the influence of abiotic factors on litter deposition and accumulation in the soil. Litter production, accumulation and decomposition were estimated (May/2014 to April/2015). The annual production of litter produced differences in its totality and, among the studied areas, being estimated in $7.74 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $12.93 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ and $13.69 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, for the forest areas in initial, intermediate, and advanced stages of ecological succession, respectively. The leaf fraction presented the greatest contribution in all studied areas, being $5.20 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (67%), $7.71 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (60%) and $8.32 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (60%) for areas in initial, intermediate, and advanced stages of secondary ecological succession, respectively. The monthly mean values of litter accumulated in the soil were $1.23 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $4.48 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ and $4.53 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ and the decomposition coefficients were 6.3, 2.9 and 3.0, respectively, in the initial, intermediate, and mature forests of the PAESF. In the State of Santa Catarina, it was observed that forests have less than half of the original stock of wood and biomass and a very small number of tree species, because of constant human interventions, which led to the fragmentation of forest remnants. Additionally, fragmentation increases tree mortality rates, influencing the diversity of forest species and composition, in addition to altering the structure of the ecosystem, which can lead to changes in ecological processes, such as litter production and nutrient cycling.

Keywords: bibliometric analysis, nutrient cycling, successional stage, litter, Atlantic Forest, natural regeneration.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Termos para serapilheira ligados aos termos para Floresta Atlântica. 16
- Figura 2 - Resumo da revisão sistemática sobre serapilheira em Floresta Atlântica, relacionadas às principais temáticas abordadas nos artigos científicos (1987-2019), nas Bases de dados *Scopus*, *SciELO* e *Web of Science*. 17
- Figura 3 - Percentual de publicações por classe de estudo, relacionadas às principais temáticas abordadas nos artigos científicos (1987-2019), nas Bases de dados *Scopus*, *SciELO* e *Web of Science*. 19
- Figura 4 - Relação de artigos publicados/ano sobre serapilheira na Floresta Atlântica do Brasil, indexados nas bases de dados *SciELO* e *Scopus* e *Web of Science*, até o ano de 2019. As barras verticais se referem aos artigos publicados em cada ano correspondente (linha horizontal)...22
- Figura 5 - Localização do Parque Estadual da Serra Furada (PAESF) nos municípios de Grão Pará e Orleans, Santa Catarina, Sul do Brasil.....28
- Figura 6 - Localização das áreas, na Floresta Ombrófila Densa Montana, estabelecidas para amostragem da serapilheira, onde A1 e A2 correspondem a fase sucessional inicial (Floresta Inicial); B1 e B2, a fase sucessional intermediária (Floresta Intermediária) e C1 e C2, a fase sucessional avançada (Floresta Madura), do Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina.29
- Figura 7 - Esquema de distribuição dos 10 coletores de serapilheira em cada área amostral na Floresta Ombrófila Densa Montana em distintas fases de sucessão ecológica secundária do Parque Estadual da Serra Furada, Sul de Santa Catarina.31
- Figura 8 - Dendrograma de Cluster obtido por UPGMA, calculado pelo coeficiente de distância de Bray-Curtis, decorrente de uma matriz de abundância de espécies arbóreas em seis unidades amostrais no Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina, onde, A1 e A2: unidades amostrais com histórico de degradação por corte raso e pastoreio (fase inicial de sucessão ecológica); B1 e B2: unidades amostrais com histórico de corte seletivo intenso (fase intermediária de sucessão ecológica); C1 e C2: unidades amostrais conservadas (fase avançada de sucessão ecológica).....36
- Figura 9 - Distribuição do número de indivíduos e de espécies por grupo ecológico, nos três estádios sucessionais amostrados na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina. Pio = pioneira, Sin = secundária inicial, Sta = secundária tardia e Cli = clímax.36
- Figura 10 - Análise de ordenação PCO combinada com coeficiente de distância de Bray-Curtis, decorrente de uma matriz de abundância por parcelas, amostradas em três ambientes de floresta do Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina. Parcelas iniciais (+), intermediárias (●) e avançadas (Δ)..... 38
- Figura 11 - Produção mensal da serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada), na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina, Brasil. 39

Figura 12 - Produção mensal da serapilheira na fase sucessional inicial na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.....	40
Figura 13 - Produção mensal de serapilheira produzida na fase sucessional intermediária na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.	41
Figura 14 - Produção mensal de serapilheira na fase sucessional avançada na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.	41
Figura 15 - Produção mensal da fração folhas de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.	43
Figura 16 - Produção mensal da fração ramos de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.	44
Figura 17 - Produção mensal da fração estruturas reprodutivas de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.	45
Figura 18 - Produção mensal da fração miscelânea de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.	46
Figura 19 – Serapilheira acumulada em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.	47

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Descrição das classes de estudo sobre serapilheira em Floresta Atlântica, relacionadas às principais temáticas abordadas nos artigos científicos (1987-2019), nas bases de dados *Scopus*, *SciELO* e *Web of Science*. N = número de artigos por classe de estudo. 18
- Tabela 2 - Dados comparativos entre os valores obtidos no estudo e demais estudos relativos à produção total de serapilheira ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) e do percentual da fração folhas em relação à produção total de serapilheira (%), realizados na Floresta Atlântica em Santa Catarina. 34
- Tabela 3 - Parâmetros estruturais e de diversidade das três fases de sucessão ecológica secundária na Floresta Atlântica do Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina, utilizando como critério de inclusão o $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$ 38
- Tabela 4 - Estimativa anual de serapilheira produzida e mensal de serapilheira acumulada, quociente de decomposição e tempo médio de renovação do estoque de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da serra Furada, sul de Santa Catarina. 48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
2 SERAPILHEIRA EM FLORESTA ATLÂNTICA NO BRASIL: REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMETRIA.....	15
2.1 MATERIAIS E MÉTODO	15
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
3 DINÂMICA DA SERAPILHEIRA DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA FURADA, SUL DE SANTA CATARINA.....	25
3.1 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1.1 Área de estudo	27
3.1.2 Coleta de dados.....	31
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
3.2.1 Serapilheira produzida	33
3.2.2 Acúmulo e decomposição da serapilheira	46
4 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICES	69

1 INTRODUÇÃO

As árvores regularmente substituem suas estruturas em resposta aos fatores bióticos e abióticos (OLSON, 1963; MORAES *et al.*, 1993; FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003; HEAL; ANDERSON; SWIFT, 1997; LANUZA *et al.*, 2018). Tal material, depositado periodicamente no solo, é denominado de serapilheira, portanto, a serapilheira compreende a camada superficial do solo e exerce inúmeras funções no equilíbrio e dinâmica dos ecossistemas florestais (HERRERA *et al.*, 1981). É composta pelas estruturas reprodutivas (flores e frutos), folhas, ramos e detritos, em diferentes estágios de decomposição (CUNHA NETO *et al.*, 2013).

A produção de serapilheira influencia diretamente na quantidade de nutrientes que retornam ao solo e seu acúmulo está diretamente relacionado com a atividade decompositora dos micro-organismos e com o grau de conservação dos ecossistemas (INKOTTE *et al.*, 2019; OSBORNE *et al.*, 2020). Desempenha funções de isolante térmico e retentor de água, atuando como atenuador de efeitos erosivos. Tem efeito hidrológico, funcionando principalmente como filtro e armazenador de água proveniente da atmosfera que penetra no solo, contribuindo para a redução da evaporação e manutenção de um microclima estável na superfície do solo (SANTOS, 1989; KINDEL, 2001; FIGUEIRÓ, 2005).

Após o aporte da serapilheira no solo, seu acúmulo na superfície é controlado pela decomposição, fase fundamental da ciclagem de nutrientes (GOLLEY *et al.*, 1978; MACHADO *et al.*, 2015), por ser de suma importância para a estabilidade das florestas, uma vez que por meio da decomposição ocorre liberação dos nutrientes dos tecidos vegetais que retornam para o solo e, em seguida, em grande parte, à planta (SCHUMACHER *et al.*, 2004), aumentando a fertilidade do solo (BERG; MCCLAUGH-ERTY, 2014).

O conhecimento sobre a quantidade da matéria orgânica e a entrada de nutrientes pela ciclagem de nutrientes pode fornecer informações valiosas do funcionamento do ecossistema. Desta forma, por meio da decomposição da serapilheira ocorre a liberação do carbono que retorna a atmosfera e fornece nutrientes, que podem ser usados para o crescimento de plantas e micro-organismos (DUFFY, 2002). Desta forma, as florestas tropicais, caracterizadas pela ampla biodiversidade, fornecem à serapilheira uma composição rica e constante de nutrientes, favorecendo a manutenção estrutural das comunidades, bem como o desenvolvimento dinâmico dos ecossistemas (SANCHES *et al.*, 2009).

Por conseguinte, o estudo da serapilheira em florestas tropicais se torna essencial pelos processos dinâmicos que envolvem a matéria orgânica do solo. Assim sendo, estudos que

buscam compreender o funcionamento de ambientes florestais, principalmente entre distintas fases de sucessão ecológica da Floresta Atlântica, são primordiais.

Neste contexto, o Estado de Santa Catarina com extensão territorial de 95.738 km² está totalmente inserido no bioma Mata Atlântica (MMA, 2018) e, conforme resultados obtidos no Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, a cobertura florestal remanescente é de aproximadamente 29%, considerando formações florestais com mais de 10 m de altura e 15 anos de idade (VIBRANS *et al.*, 2012a, 2013a, 2013b), ou seja, incluídas as florestas em distintas fases de sucessão ecológica.

Consequentemente, constatou-se que as florestas de Santa Catarina têm menos da metade do estoque original de madeira e de biomassa e um número muito reduzido de espécies arbóreas, em consequência de constantes intervenções humanas, como a exploração indiscriminada de madeira, as roçadas, o pastoreio de gado bovino no interior dos fragmentos florestais e o intensivo uso agrícola no entorno dos fragmentos florestais remanescentes (VIBRANS *et al.*, 2012a, 2013a, 2013b). Em síntese, resultando em 90% dos fragmentos florestais de Santa Catarina com área menor que 50 hectares.

Pela ampla proporção de áreas reduzidas dos fragmentos florestais, os efeitos do pequeno tamanho das áreas com florestas e de seu uso inadequado resultaram em significativo empobrecimento da floresta e na simplificação de sua estrutura. Estes fatores, por sua vez, prejudicam as suas funções protetoras do solo e dos mananciais, bem como sua função de reservatório de carbono e preservação da biodiversidade (VIBRANS *et al.*, 2012b).

Adicionalmente, a fragmentação florestal eleva as taxas de mortalidade de árvores, que influenciam na diversidade de espécies florestais (LAURANCE *et al.*, 1998). Portanto, além de alterar a estrutura do ecossistema, podem levar a mudanças nos processos ecológicos, como a produção de serapilheira (WERNECK; PEDRALLI; GIESEKE, 2001) e a ciclagem de nutrientes (LAURANCE, 2008).

Diante disso, com o propósito de contribuir para o estado da arte da literatura, bem como para o entendimento da dinâmica da produção da serapilheira em Floresta Atlântica em Santa Catarina, a dissertação foi organizada em dois capítulos.

O primeiro capítulo trata de uma revisão sistemática de literatura, juntamente com uma análise bibliométrica sobre a serapilheira na Floresta Atlântica, visto que há falta de estudos dessa natureza. Nesse sentido, realizar uma revisão sistemática sobre a serapilheira e a Floresta Atlântica, auxiliará no entendimento sobre as perspectivas que emergem da temática, bem como, na compreensão das métricas de publicação científica (SANTOS, 2003). Esse tipo de abordagem vem sendo cada vez mais requisitada e empregada como metodologia para obtenção

de indicadores de avaliação de produção científica (PÉREZ-ANDRÉS *et al.*, 2002), que por sua vez podem revelar importantes lacunas dentro de uma linha de pesquisa ou área do conhecimento.

O segundo capítulo trata do estudo da dinâmica da serapilheira na Floresta Atlântica do Parque Estadual da Serra Furada (PAESF), localizado no Sul do Estado de Santa Catarina, o qual até o presente momento não possui estudo relacionado a este tema.

A relevância do trabalho é significativa, pois auxilia na conservação de ambientes naturais, uma vez que contribui para a conservação da biodiversidade e manutenção de serviços ecossistêmicos, além do conhecimento da dinâmica da serapilheira em florestas em fases de sucessão distintas. Concomitantemente, acompanhar o estoque de serapilheira sobre o solo e sua taxa de decomposição, permite verificar o fluxo de energia e de nutrientes que percorre entre os diversos compartimentos do ecossistema. Estudos de dinâmica da serapilheira na Floresta Atlântica são também importantes para subsidiar projetos de manejo florestal que vêm sendo mais valorizados à medida que a sociedade toma conhecimento da importância das florestas para a manutenção do equilíbrio nos ecossistemas naturais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Apresentar o estado da arte sobre a serapilheira em Floresta Atlântica e sua dinâmica em um remanescente de Floresta Atlântica no sul do Estado de Santa Catarina.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Analisar a produção científica sobre serapilheira em Floresta Atlântica no Brasil;
- ✓ Avaliar a dinâmica da serapilheira em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa Montana em distintas fases de sucessão ecológica secundária no Parque Estadual da Serra Furada, Sul de Santa Catarina.

2 SERAPILHEIRA EM FLORESTA ATLÂNTICA NO BRASIL: REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMETRIA

A revisão sistemática é um tipo de exploração científica com objetivo de reunir, avaliar rigorosamente e conduzir a uma junção de resultados diversos estudos primários, também chamado de estado da arte (COOK; MULROW; HAYNES, 1997). Ela também tem o propósito de responder a uma pergunta previamente formulada, utilizando métodos sistemáticos e evidentes para identificar, selecionar e avaliar as pesquisas pertinentes, além de coletar e analisar dados de estudos incluídos na revisão (CLARKE, HORTON, 2001).

Em revisões sistemáticas os “sujeitos” da análise são os estudos primários (unidades de análise) selecionados através de método sistemático e pré-definido. A escolha do tipo de estudo depende da pergunta a que se pretende responder. Normalmente, a revisão sistemática é um estudo retrospectivo (CLARKE; HORTON, 2001).

Já a bibliometria requer o desenvolvimento, a formulação de métodos e de técnicas para quantificar os seus resultados e, principalmente, a formação de grupos de pesquisa para compreender a forma com que o conhecimento foi criado e transformá-los em resultados (SANTOS, 2003). De forma geral, tem como princípio analisar a atividade científica por meio do estudo quantitativo das publicações, apoiado nas características temáticas da literatura analisada (ELIAS *et al.*, 2015), sendo cada vez mais requisitada e utilizada como metodologia para obtenção de indicadores de avaliação de produção científica (FILIPPO, 2002; PÉREZ-ANDRÉS *et al.*, 2002).

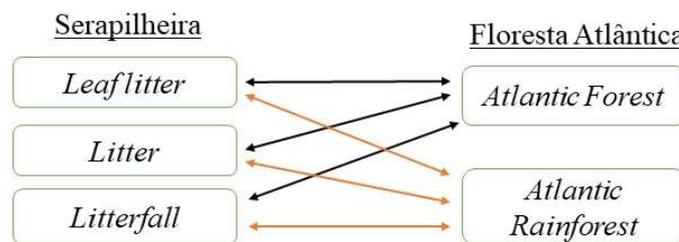
Como toda forma de pesquisa, as revisões sistemáticas e análises bibliométricas são tidas como investigações científicas em si mesmas (DIXON-WOODS *et al.*, 2005) e, assim como as demais revisões, elas são caracterizadas por alguns autores como estudos observacionais retrospectivos (COOK; MULROW; HAYNES, 1997). Nesse contexto, foi conduzida uma revisão sistemática com posterior análise bibliométrica de publicações científicas relacionadas à serapilheira em Floresta Atlântica no Brasil, até o ano de 2019, momento final do levantamento dos dados, com o objetivo de apresentar o estado da arte e analisar os temas abordados na produção científica.

2.1 MATERIAIS E MÉTODO

Para a estruturação da síntese, foram feitas buscas exploratórias em três bases de dados científicas: *SciELO*, *Scopus* e *Web of Science*, para a obtenção de artigos científicos referente a

“serapilheira” na “Floresta Atlântica” nos idiomas português e inglês. Na análise da Produção Científica fez-se uso do software EndNote X9®, o qual foi utilizado para gerenciamento dos artigos encontrados e identificação de duplicatas. Para tanto, os termos utilizados na pesquisa foram traduzidos à língua inglesa, resultando nas palavras-chave os termos “*Leaf litter*, *Litter* e *Litterfall*”, que designam serapilheira e “*Atlantic Forest* e *Atlantic Rainforest*” para Floresta Atlântica. Cada termo usado para “serapilheira” foi relacionado a um dos termos de “floresta atlântica” nas bases de dados estabelecidas (Figura 1), a fim de encontrá-los em títulos, resumos e/ou em palavras-chave dos artigos científicos, possibilitando atingir um nível de confiabilidade maior durante as buscas (ELIAS *et al.*, 2015).

Figura 1 - Termos para serapilheira ligados aos termos para Floresta Atlântica.



Fonte: De autoria própria.

Na revisão sistemática adotam-se métodos de seleção e avaliação crítica de inclusão, de modo a excluir os artigos não pertinentes ao objetivo de estudo (CORDEIRO *et al.*, 2007), direcionando as publicações aos critérios de elegibilidade. Dentre eles estão os critérios de inclusão, que são definidos como as características-chave ou tema-alvo que os investigadores utilizarão para responder à pergunta do estudo (GOHR *et al.*, 2013).

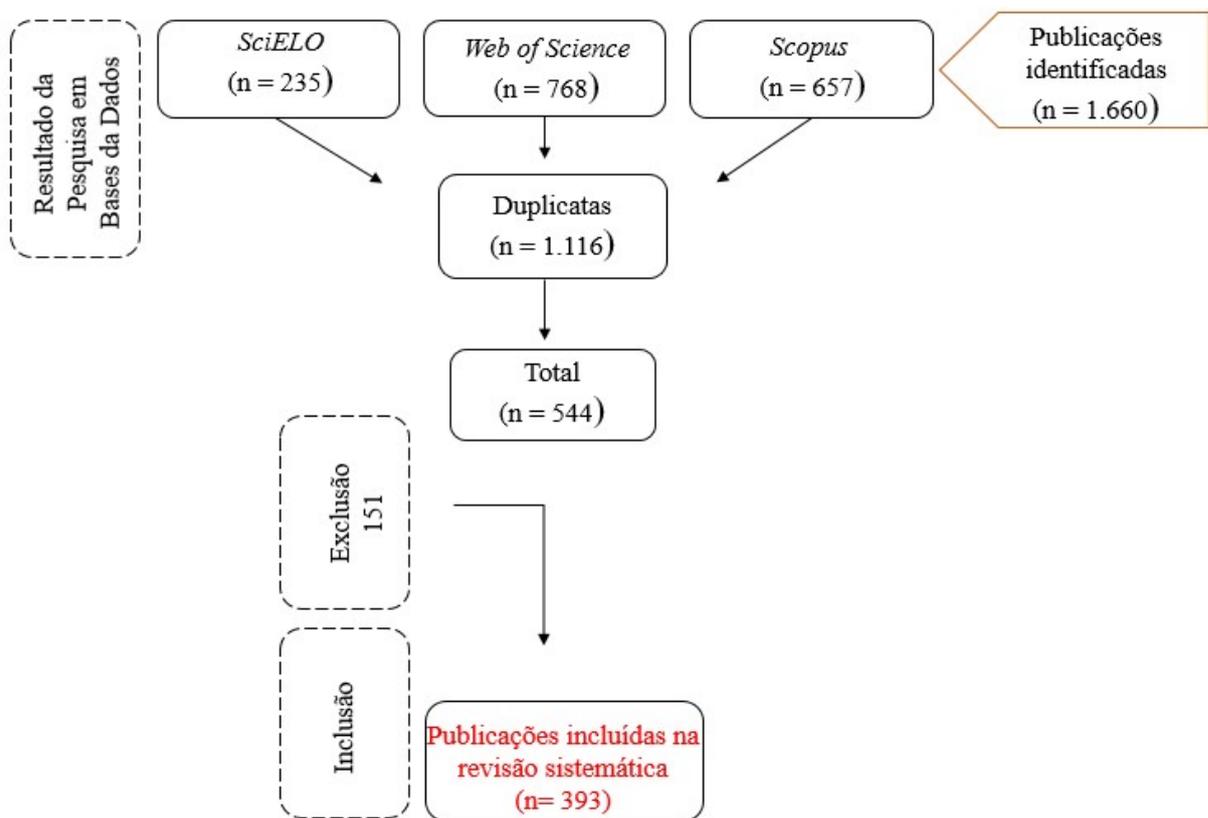
Por sua vez, os critérios de exclusão são definidos como aspectos dos potenciais participantes que preenchem os critérios de inclusão, mas apresentam características adicionais, que poderiam interferir no sucesso do estudo ou aumentar o risco de um desfecho desfavorável para esses participantes. Neste sentido, todas as publicações cujos estudos não tenham sido realizados no Brasil, bem como no Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2012), foram excluídos, pois não integravam os critérios de elegibilidade do presente estudo.

Posterior à busca e a exclusão dos artigos não pertinentes, as publicações foram sistematizadas por classes de estudo, como descrito por Elias *et al.* (2015). Deste modo, foi realizada leitura prévia dos resumos dos artigos incluídos na análise bibliométrica e, posteriormente, a criação das classes, referente às temáticas tratadas.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão sistemática resultou em 1.660 artigos científicos encontrados nas bases de dados *Scopus*, *SciELO* e *Web of Science*. Os artigos científicos repetidos foram retirados por meio de busca automática de similaridade textual e triagem manual, resultando em 544 publicações. Também foram excluídos os trabalhos que não se adequaram aos critérios de elegibilidade preestabelecidos (Serapilheira e Floresta Atlântica). Desta forma, 393 artigos cumpriram os critérios preestabelecidos para a continuidade da revisão (Figura 2).

Figura 2 - Resumo da revisão sistemática sobre serapilheira em Floresta Atlântica, relacionadas às principais temáticas abordadas nos artigos científicos (1987-2019), nas Bases de dados *Scopus*, *SciELO* e *Web of Science*.



Fonte: De autoria própria.

Com o fim de possibilitar a análise dos artigos científicos foram estabelecidas onze classes de estudo: C1 Invertebrados; C2 Vertebrados; C3 Banco e chuva de sementes; C4 Ciclagem de nutrientes; C5 Biomassa; C6 Serapilheira produzida, acumulada e decomposta; C7 Fungos e bactérias; C8 Toxicidade; C9 Espécies exóticas; C10 Fatores abióticos; C11 Ambientes aquáticos (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição das classes de estudo sobre serapilheira em Floresta Atlântica, relacionadas às principais temáticas abordadas nos artigos científicos (1987-2019), nas bases de dados *Scopus*, *SciELO* e *Web of Science*. N = número de artigos por classe de estudo.

Classe de estudo	Descrição	N
C1 Invertebrados	Ecologia de Invertebrados, incluindo mudanças morfológicas, dieta, levantamento, distribuição e interação com a serapilheira da fauna edáfica: Microfauna (4 artigos), Mesofauna (8) e Macrofauna (101).	113
C2 Vertebrados	Ecologia de vertebrados, incluindo mudanças morfológicas, dieta, levantamento, distribuição e interação com a serapilheira da fauna: Anfíbios (53 artigos), Répteis (10), Répteis e Anfíbios: (3), Avifauna (9) e Mastofauna (10).	85
C3 Banco e chuva de semente	Avaliação quali-quantitativa do banco de sementes (7 artigos) e chuva de sementes (1).	8
C4 Ciclagem de nutrientes	Avaliação da fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes.	45
C5 Biomassa	Quantificação da produção e distribuição da biomassa vegetal.	7
C6 Serapilheira produzida, acumulada e decomposta	Serapilheira produzida, incluindo a quantificação e avaliação da produção e deposição (12 artigos); Serapilheira acumulada, incluindo estimativa de acúmulo e estoque (3); Estimativa de decomposição de serapilheira (8); Associação entre produção e decomposição de serapilheira (8); Associação entre produção e acúmulo (2).	33
C7 Fungos e bactérias	Ecologia e diversidade de fungos e bactérias associados à serapilheira.	29
C8 Toxicidade	Alelopatia e espécies biorremediadoras em serapilheira.	18
C9 Espécies exóticas	Serapilheira produzida por espécies exóticas.	19
C10 Fatores abióticos	Influência dos fatores abióticos sobre a cobertura de serapilheira no solo.	1
C11 Ambientes aquáticos	Serapilheira acumulada (biomassa) em ambientes aquáticos e suas interações com o meio biótico e abiótico.	35

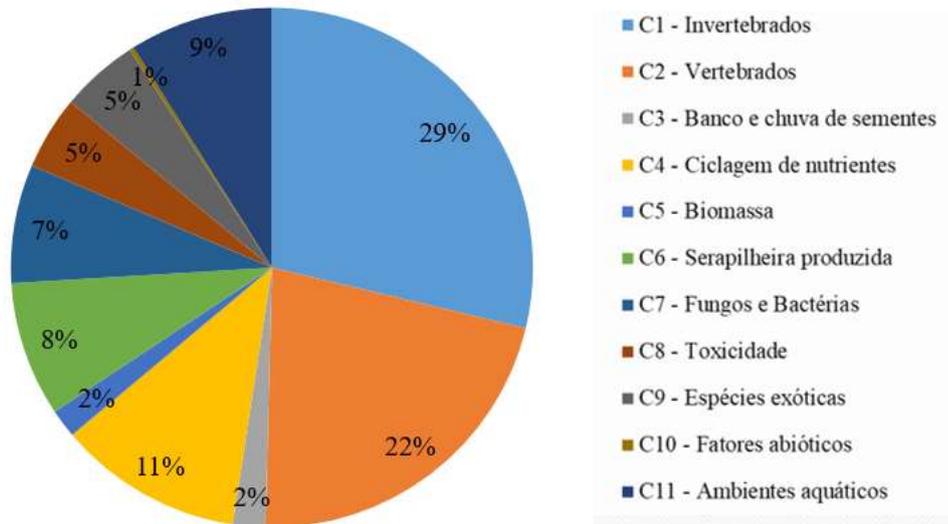
Fonte: De autoria própria.

As classes de estudo mais representativas, em termos de número de publicações foram as classes C1 (29%) e C2 (22%), seguidas das demais que variaram de 1 a 11% (Figura 3).

A classe C1 (invertebrados) apresentou a maior quantidade de artigos indexados nas bases de dados sobre serapilheira em Floresta Atlântica. Entre as principais temáticas abordadas nos trabalhos desta classe destacaram-se os estudos com a macrofauna edáfica (101 artigos), abordando a diversidade, endemismo, colonização, predação e distribuição de artrópodes na serapilheira (FREITAS; DELABIE; LACAU, 2014; MELONI; VARANDA, 2015; LIRA *et al.*, 2016; AMARAL *et al.*, 2019). Dentre os grupos de artrópodes mais representativos, apontados nos estudos, destacaram-se as aranhas (HUBER, 2016, 2018), os besouros (BRAUN *et al.*, 2018; SALOMÃO *et al.*, 2019), as formigas (OLIVEIRA, M. V. *et al.*, 2018; FERNANDES *et al.*, 2019a, 2019b), os gafanhotos (PEREIRA *et al.*, 2010), os crustáceos

terrícolas (BUGS *et al.*, 2014), os cupins (ARAÚJO *et al.*, 2016; ALMEIDA *et al.*, 2017) e os escorpiões (LIRA *et al.*, 2017; DIONISIO-DA-SILVA *et al.*, 2018).

Figura 3 - Percentual de publicações por classe de estudo, relacionadas às principais temáticas abordadas nos artigos científicos (1987-2019), nas Bases de dados *Scopus*, *SciELO* e *Web of Science*.



Fonte: De autoria própria.

Nesta classe, a mesofauna edáfica, por sua vez, foi representada em oito artigos, dentre eles, trabalhos com registro de novos gêneros e espécies de Collembola (BELLINI; ZEPPELINI, 2009; MENDONÇA; FERNANDES, 2005; ZEPPELINI; BRITO, 2014) e de ácaros (ROCHA; RODRIGUES; FERLA, 2015; ERMILOV *et al.*, 2015), assim como a descrição do seu ciclo biológico (FREIRE; MORAES, 2007). Já para a microfauna edáfica foram registrados quatro artigos, os quais estimaram a diversidade e a densidade de planárias na serapilheira (CARBAYO, 2016).

A relevância de estudos realizados com invertebrados já era esperada, uma vez que a cobertura vegetal é um dos fatores que influenciam na composição, riqueza e abundância deste grupo na serapilheira (PFENNING, 2018), os quais cumprem funções importantes na ciclagem de nutrientes (MORAIS *et al.*, 2018).

A classe C2 (vertebrados) foi a segunda mais representativa (85 publicações), contemplada pelos anfíbios (BRUSCAGIN *et al.*, 2014; CORREA; RODRIGUES, 2015; MOLLO NETO *et al.*, 2016), répteis (BRUSCAGIN, 2017; ANDRADE *et al.*, 2019), avifauna (SAZIMA, 2015; ALVES *et al.*, 2017) e mastofauna (HIRSCH, 2010; MELO *et al.*, 2013; CORRÊA *et al.*, 2017). O grupo dos anfíbios apresentou relevante número de artigos na classe C2, composto principalmente pela anurofauna, como exemplo o gênero *Rhinella*, que ocupou

diferentes micro-habitats na floresta, e teve sua principal fonte de alimento nos invertebrados da serapilheira (MAIA-CARNEIRO *et al.*, 2013).

Dentre os trabalhos na classe C2, destacaram-se as publicações sobre mudanças morfológicas (STEINICKE *et al.*, 2015), dieta (LISBOA *et al.*, 2016), levantamento (ROCHA *et al.*, 2007; ROCHA *et al.*, 2013), catalogação de espécies (CLEMENTE-CARVALHO *et al.*, 2012; PIE *et al.*, 2018) e parâmetros ecológicos de comunidades de sapos (SLUYS *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

A classe C4 (ciclagem de nutrientes) apresentou 45 publicações, as quais tiveram, dentre outros, o objetivo de avaliar a fertilidade do solo (MACHADO *et al.*, 2019) e a ciclagem de nutrientes (APOLINÁRIO *et al.*, 2013) através da queda de serapilheira (MARAFIGA *et al.*, 2012), componentes químicos e bioquímicos (DUARTE *et al.*, 2013), relacionados à decomposição foliar e estimativa dos estoques de carbono (VILLANOVA *et al.*, 2019) e nitrogênio (VILLELA *et al.*, 2012) na biomassa do solo.

Na classe C11 (ambientes aquáticos) foram encontrados 36 artigos nas bases de dados, os quais abordaram temáticas referente à macroinvertebrados (SANTOS; RODRIGUES, 2015; GRAÇA *et al.*, 2015; HEPP *et al.*, 2016) e fungos bentônicos (FIUZA *et al.*, 2017; CASOTTI *et al.*, 2019). Tais grupos apareceram como operantes na trituração (MOULTON *et al.*, 2019), decomposição (COSTA *et al.*, 2016) e colonização de folhas em riachos (ESTEVES *et al.*, 2019). Destacaram-se também a deposição da serapilheira como fornecedora de nutrientes em riacho (BRITO *et al.*, 2006) e a avaliação da serapilheira produzida e acumulada em córrego (REZENDE *et al.*, 2017).

A classe C6 apresentou 33 publicações, contemplada por estudos sobre serapilheira produzida (MARTINELLI *et al.*, 2017; LORENZO; CAMPAGNARO, 2017), acumulada (SCORIZA; CORREIA; SILVA, 2017) e decomposta (ARATO *et al.*, 2018). Dentre os estudos dessa classe, ressaltam-se aqueles acerca do padrão de deposição (MACHADO; RODRIGUES; PEREIRA, 2008), avaliação da decomposição foliar da serapilheira (ARATO *et al.*, 2018), estoque da serapilheira (MATEUS, *et al.*, 2013), taxa de decomposição (CAPELLESSO *et al.*, 2016) e efeitos da riqueza e composição de espécies arbóreas no processo ecossistêmico da decomposição da serapilheira (OLIVEIRA; MARQUES; MARQUES, 2019).

A classe C7 (fungos e bactérias) foi composta por 29 publicações, as quais abordaram frequência (PUPIN; NAHAS, 2014), catalogação (MAGALHÃES *et al.*, 2014; CRUZ; GUTIÉRRES; GUSMÃO, 2008), diversidade (FRAGA; PEREIRA, 2012; COSTA *et al.*, 2014), distribuição geográfica (CAVALCANTI *et al.*, 2009) e condições físicas que regulam a ocorrência desses grupos na serapilheira (FRAGA; PEREIRA, 2012).

A classe C9 (espécies exóticas) foi contemplada por 19 artigos que trataram da serapilheira de espécies exóticas como *Brachiaria* (CANTARUTTI *et al.*, 2002), *Eucalyptus* (CAMARA *et al.*, 2018), *Acacia* (PEGORARO *et al.*, 2016) e *Pinnus* (FERRACIN *et al.*, 2013). Dentre as temáticas abordadas, salienta-se a dinâmica da serapilheira (XAVIER *et al.*, 2011), avaliação da queda mensal (SANTOS NETO *et al.*, 2015) e a qualidade da matéria orgânica do solo em plantação comercial abandonada (MIRANDA; CANELLAS; NASCIMENTO, 2007) e em sistema agrossilvipastoril (XAVIER *et al.*, 2014) e avaliação do impacto da exploração em plantio comercial e na disponibilidade de nitrogênio e carbono no solo (BALIEIRO *et al.*, 2008).

A classe C8, apresentou 18 artigos que dizem respeito a serapilheira contaminada por metais pesados e outros contaminantes (TEIXEIRA; LACERDA; SILVA-FILHO, 2017) ou que abordaram sobre algum tipo de toxicidade. Destacaram-se os artigos que trataram de contaminantes transferidos para a serapilheira (FERREIRA *et al.*, 2017) como chumbo, cobre e zinco (JOHNSON; RICHTER, 2010), óxido nitroso, metano e dióxido de carbono (FERREIRA *et al.*, 2017), assim como excesso de mercúrio em matéria orgânica (BUCH *et al.*, 2016) e espécies que apresentaram alelopatia (JESUS JATOBA *et al.*, 2016).

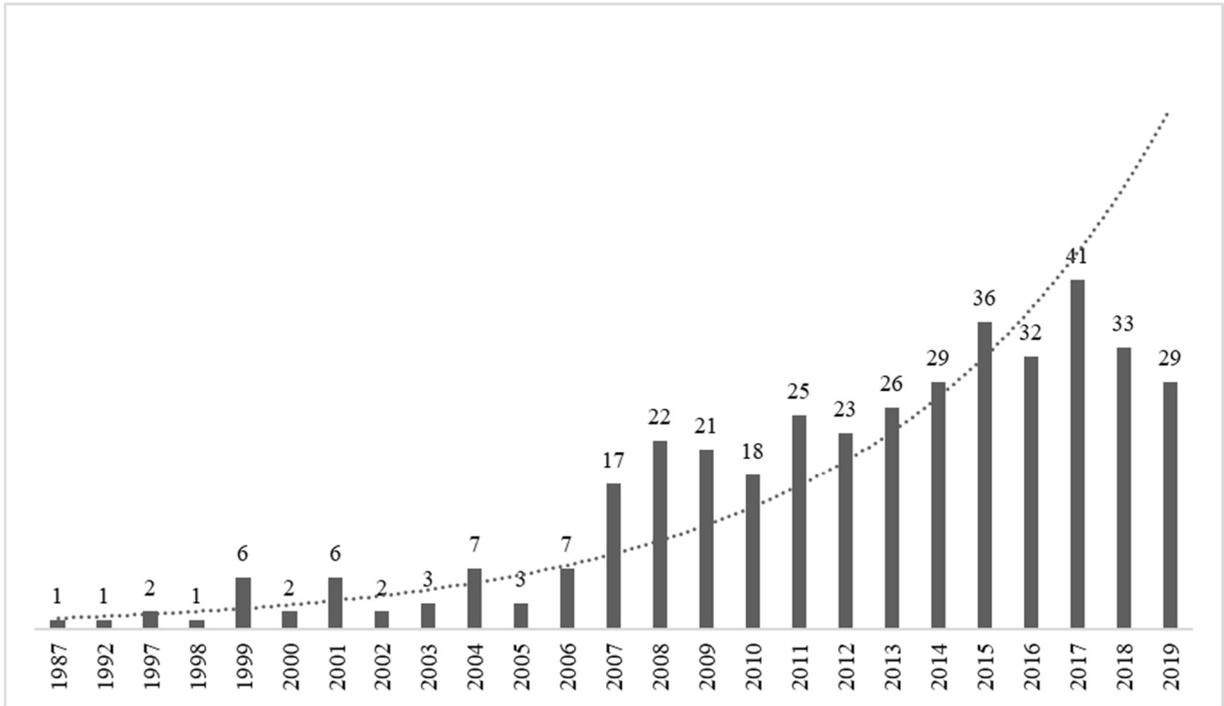
A classe C3 (banco e chuva de sementes) apresentou 8 artigos, dentre eles, as principais abordagens foram a respeito da deposição de serapilheira que influencia na densidade (AGUIAR; TABARELLI, 2010) e composição da chuva de sementes (PERINI; DIAS; KUNZ, 2019) e sua avaliação quali-quantitativa (BATISTA NETO *et al.*, 2007) e na utilização em técnicas nucleadoras para a restauração ecológica de áreas degradadas (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

A classe C5 (biomassa), com sete artigos, os quais abordaram a quantificação (CUNHA *et al.*, 2009) e a distribuição de biomassa florestal (BALBINOT *et al.*, 2017).

A classe C10, que incluiu os fatores abióticos, em questão de número de publicações foi a menos representativa, com apenas um artigo, o qual caracterizou a variabilidade da temperatura anual e sazonal na influência da cobertura de serapilheira no solo (CARNEIRO *et al.*, 2014).

Em se tratando das métricas de publicação dos artigos avaliados na revisão sistemática (1987- 2019) referente à “serapilheira em Floresta Atlântica os dados encontram-se na figura 4.

Figura 4 - Relação de artigos publicados/ano sobre serapilheira na Floresta Atlântica do Brasil, indexados nas bases de dados *SciELO* e *Scopus* e *Web of Science*, até o ano de 2019. As barras verticais se referem aos artigos publicados em cada ano correspondente (linha horizontal).



Fonte: De autoria própria.

Observou-se que os primeiros artigos indexados nas bases de dados sobre serapilheira em Floresta Atlântica foram entre os anos de 1987 e 1998, com apenas cinco estudos com diferentes temáticas abordadas. O artigo publicado em 1987 estimou a produção de folhede e a taxa de decomposição em Floresta Atlântica (VARJABEDIAN; PAGANO, 1987). O artigo publicado em 1992 teve como tema central as colônias de fungos aquáticos relacionados à serapilheira acumulada em um riacho na Floresta Atlântica (SCHOENLEIN-CRUSIUS *et al.*, 1992). Por sua vez, os dois artigos de 1997, dissertaram sobre a variação e estratégias de vida da comunidade de larvas de Trichoptera (Insecta) em folhas de árvores da Floresta Atlântica e da Restinga (HUAMANTINCO; NESSIMIAN, 1997) e sobre a produção de serapilheira e retorno de nutrientes em um trecho de Floresta Atlântica secundária (DOMINGOS *et al.*, 1997). Finalizando, em 1998 foi publicado o artigo que descreveu a dieta de *Proceratophrys boiei*, espécie de serapilheira da Floresta Atlântica (GIARETTA *et al.*, 1998).

A partir de 1999 até 2006, o número dos artigos publicados e indexados oscilou de 2 a 7 artigos/ano. Estes artigos estavam relacionados, principalmente, com os vertebrados, com destaque para os estudos sobre sapos (POMBAL JUNIOR, 1999; ROCHA *et al.*, 2001; JUNCÁ, 2006) e lagartos (ZAMPROGNO; ZAMPROGNO; TEIXEIRA, 2001) e sobre invertebrados, destacando-se aqueles relacionados com formigas (PIZO; OLIVEIRA, 2000, 2001) e opilião

(ALMEIDA-NETO *et al.*, 2006). Também foram publicados artigos sobre ciclagem de nutrientes (MONTEIRO; GAMA-RODRIGUES, 2004; BOEGER; WISNIEWSKI; REISSMANN, 2005).

A partir de 2007 ocorreu aumento acentuado no número de publicações que oscilaram de 17 artigos em 2007 a 41 em 2017, totalizando 352 artigos no período. Este aumento expressivo no número de publicações indexadas sobre serapilheira em Floresta Atlântica pode estar associado, entre outros fatores, à pluralidade temática que contempla o interesse de várias linhas de pesquisas em meio ambiente, principalmente as relacionadas às Ciências Agrárias e Ciências Biológicas.

Destaca-se a importância da serapilheira, considerando que decomposição da matéria orgânica desempenha papel importante no processo contínuo para os ciclos de carbono e nutrientes (AERTS; CALUWE; BELTMAN, 2003) e, é principalmente impulsionada pela comunidade presente no solo (LAVELLE *et al.*, 1993), e também regulada pela qualidade do solo e atributos físicos e químicos ambientais (VITOUSEK *et al.*, 1994; HEAL; ANDERSON; SWIFT, 1997; SARIYILDIZ; ANDERSON, 2003, 2005; KURZATKOWSKI *et al.*, 2004).

Este aumento das publicações ao longo dos anos, também pode estar relacionado com a implantação de programas de pós-graduação no Brasil, que evoluíram no número de matrículas de 37.233, em 1987 para 288.538 em 2018 (CABRAL *et al.*, 2020), ocasionando pressão por maior produtividade. Destaca-se também a importância do tema “serapilheira em Floresta Atlântica” na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) que integra os sistemas de informação de teses e dissertações existentes nas instituições de ensino e pesquisa do Brasil, e registra para o período de 1997 a 2009 (12 anos) 21 Dissertações e 2 Teses e para o período de 2010 a 2020 (10 anos), 62 Dissertações e 28 Teses sobre a temática.

Com base na análise realizada, pôde-se constatar que o estudo sobre a serapilheira em Floresta Atlântica no Brasil, contemplou temáticas diversificadas.

Há relevância de estudos relacionados com a fauna, ressaltando invertebrados, principalmente com a macrofauna edáfica, tanto em quantidade de publicações quanto em grupos abordados, e o de vertebrados com os anuros.

Constatou-se ainda número significativo de artigos publicados e indexados nas três bases de dados, justificada em razão da serapilheira proporcionar abrigo, alimentação, habitat e local para forrageamento além de reprodução de várias espécies animais. Contudo, diante biodiversidade e diversidade de ecossistemas presentes na Floresta Atlântica, salienta-se o baixo número de publicações científicas indexadas. Por outro lado, algumas classes apresentaram baixa representatividade e, deste modo, necessitando de estudos adicionais,

principalmente quanto à influência dos fatores abióticos sobre a deposição e acúmulo de serapilheira no solo.

Por meio da análise bibliométrica ficou evidenciado que as publicações científicas, referente à serapilheira em Floresta Atlântica no Brasil, apresentou oscilação, provavelmente, seus maiores registros correspondem aos investimentos e auxílios à pesquisa, principalmente pelo incremento de Dissertações e Tese, sobre o tema, no âmbito dos Programas de Pós-Graduação.

3 DINÂMICA DA SERAPILHEIRA DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA FURADA, SUL DE SANTA CATARINA

A quantificação e a análise do material orgânico decíduo são de grande interesse para o estudo da ciclagem mineral, uma vez que por meio do material depositado no piso da floresta é que se dá a transferência de grande parte dos nutrientes da vegetação para o solo. Por outro lado, a camada da serapilheira constitui um ambiente acumulador, onde os elementos bióticos e abióticos estão nela representados, sendo portanto, a sua constituição mineralógica um reflexo do sistema como um todo (PROCTOR, 1983; BRAY; GORHAM, 1964; OLIVEIRA; LACERDA, 1993; OSBORNE *et al.*, 2020).

Diversos fatores, bióticos e abióticos, podem influenciar na deposição da serapilheira, como por exemplo: fitofisionomia, latitude, altitude, temperatura, precipitação, disponibilidade de luz durante a estação de crescimento, fotoperíodo, evapotranspiração, relevo, deciduidade, fase sucessional, disponibilidade hídrica, estoque de nutrientes no solo e herbivoria (PORTES; KOEHLER; GALVÃO, 1996). Sendo assim, a produção de serrapilheira é considerada como o resultado da interação desses fatores, e, conforme as peculiaridades de cada sistema, um fator pode prevalecer sobre os demais (PORTES; KOEHLER; GALVÃO, 1996).

A distribuição das frações da serapilheira e sua entrada na floresta pode ser influenciada diferentemente por mudanças na estrutura vertical e horizontal da comunidade vegetal, por várias razões, desde aspectos fenológicos da planta até o diâmetro da copa, tamanho da árvore, abertura do dossel, tamanho do fragmento florestal, características genéticas das plantas, idade da floresta e fase sucessional, além da densidade e decíduo da vegetação (GUO *et al.*, 2019).

Segundo Riggs *et al.* (2015) os teores de nutrientes na serapilheira são influenciados pelas condições do solo, composição florística, características das espécies vegetais quanto à absorção, utilização e redistribuição dos nutrientes e a idade das árvores. Os teores de nutrientes das folhas são os principais fatores que determinam a quantidade de nutrientes da serapilheira, uma vez que, a decomposição resulta na incorporação de carbono orgânico no solo e, conseqüentemente, na ciclagem de nutrientes das plantas (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Nesse sentido, a riqueza de espécies vegetais influi fortemente na decomposição da serapilheira, em função das variações da qualidade química, que está associada às concentrações de nutrientes contidas nas estruturas vegetais (BONANOMI *et al.*, 2013; ZHANG *et al.*, 2014).

Desta forma, o processo de decomposição é de fundamental importância na manutenção da integridade funcional dos ecossistemas, pois resulta na mineralização dos nutrientes incorporados à matéria orgânica, de modo a torná-los novamente disponíveis para os produtores. Sendo assim, o fluxo de energia pode ser limitado pelo tempo de residência dos bioelementos no compartimento de serapilheira acumulada e no solo, especialmente em ecossistemas tropicais, onde os reservatórios de nutrientes são frequentemente restritos (OLSON, 1963; ANDERSON; SWIFT, 1983; PRIMAVESI, 2016; SCHILLING *et al.*, 2016).

Devido ao fato de as florestas tropicais se situarem em solos de baixa fertilidade, os organismos decompositores são imprescindíveis na reciclagem de nutrientes para a vegetação. Há entre estes organismos decompositores, utilização de determinados elementos em cadeia até serem liberados no solo, podendo novamente serem utilizados pelas plantas (GOLLEY, 1983; FRAGA; PEREIRA, 2012).

A decomposição e a liberação dos nutrientes da serapilheira podem ser regulados pelo clima, química do material depositado, comunidade de organismos decompositores do solo, fatores específicos do local e pelo tipo de vegetação (HOBBIE, 1992; HEAL; ANDERSON; SWIFT, 1997; BERG; MCCLAUGHERTY, 2014). Esses fatores, por sua vez, podem ser influenciados pela copa da floresta, que pode afetar a temperatura, a umidade e a quantidade de radiação solar que atinge o solo (ZHANG; LIANG, 1995).

A decomposição da serapilheira é um processo de três estágios. No primeiro, a perda de massa é atribuída principalmente ao processo de lixiviação. No segundo estágio, há a decomposição de componentes solúveis e não lignificados (celulose e hemicelulose). No terceiro estágio de decomposição, ocorre a degradação dos tecidos lignificados e é controlada, principalmente, pela química da serapilheira (HEIM; FREY, 2004; BERG; MCCLAUGHERTY, 2014; ZHOU *et al.*, 2015).

À medida que as frações acumuladas se decompõem, suas características químicas, biológicas e físicas mudam e, como resultado, o papel relativo dos fatores que controlam sua decomposição também podem variar (BERG; MCCLAUGHERTY, 2014). Durante a decomposição, os nutrientes são liberados com taxas variáveis, e os móveis, como o potássio, são lixiviados em maior grau. Outros macronutrientes, como o nitrogênio, o fósforo e o enxofre, podem ser parcialmente lixiviados, dependendo de sua concentração inicial no solo (LIMON *et al.*, 2018).

A entrada agregada de folhas, galhos, flores, frutos e sementes na superfície do solo, por exemplo, é pouco estudado, apesar de seu papel fundamental no funcionamento das florestas tropicais, incluindo o ciclo de nutrientes (OSBORNE *et al.*, 2020).

Adicionalmente, a fragmentação florestal eleva a taxa de mortalidade de árvores, que influencia na diversidade de espécies florestais e na composição florística (LAURANCE *et al.*, 1998). Portanto, além de alterar a estrutura do ecossistema, pode levar a mudanças nos processos ecológicos, como a produção de serapilheira (WERNECK; PEDRALLI; GIESEKE, 2001) e a ciclagem de nutrientes (LAURANCE, 2008).

Destaca-se que, a bibliometria em bases de dados (1987-2019), descrita no capítulo anterior, sobre a Floresta Atlântica no Brasil, identificou 33 publicações sobre serapilheira produzida, acumulada e decomposta, que apresentou baixa representatividade, necessitando de estudos adicionais. Além disso, a maioria dos estudos relacionados à decomposição de serapilheira e ciclagem de nutrientes se refere à poucas espécies vegetais, ou seja, aquelas que são dominantes na floresta (JACOB *et al.*, 2010), representando parte da composição florística do ecossistema, que, na maioria das vezes, há maior número de espécies, além de distintas fases de sucessão ecológica (XIAOGAI *et al.*, 2013).

Segundo Olson (1963), as fases sucessionais e o ecossistema também influenciam no estoque de serapilheira acumulada, podendo ser inferior ou superior à produzida no ano, em virtude da sua taxa de decomposição no referido ambiente.

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Área de estudo

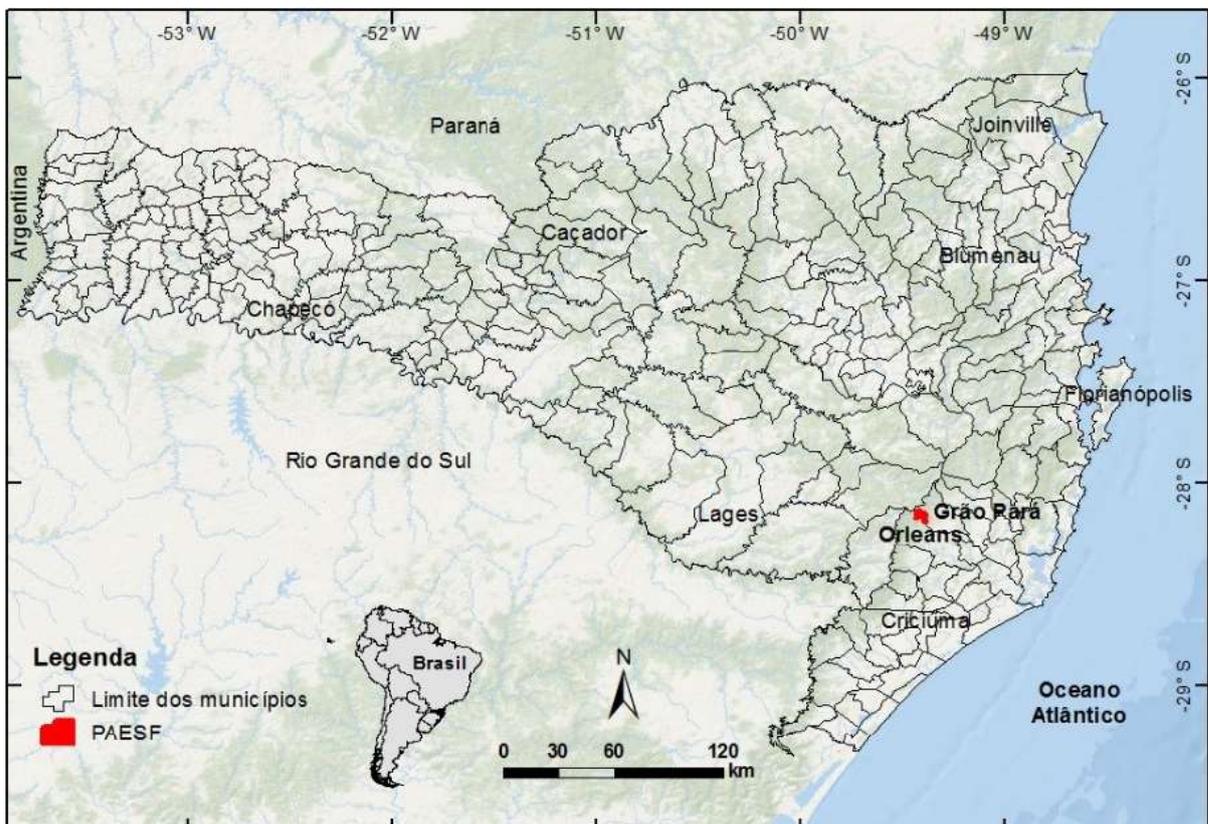
O estudo foi realizado no Parque Estadual da Serra Furada (PAESF), Unidade de Conservação de Proteção Integral, criado pelo Decreto nº 11.233/1980 (SANTA CATARINA, 1980). O PAESF está estabelecido ao sul do estado de Santa Catarina, nos limites dos municípios de Grão-Pará e Orleans (Figura 5), ocupando uma área de 1.329 hectares de Floresta Ombrófila Densa (BERNARDO, 2016), compreendido entre as coordenadas geográficas 49°25'17" e 49°22'58" de longitude Oeste e 28°08'13" e 28°11'36" de latitude Sul (FATMA, 2010). O PAESF está ligado geograficamente na porção oeste ao Parque Nacional de São Joaquim, com 49.300 hectares, aumentando a área conservada e favorecendo a biodiversidade existente no local.

O clima na região, segundo a classificação de Köppen, é o subtropical úmido, sem período de seca definida, com verões quentes (Cfa) e amenos (Cfb) (ALVARES *et al.*, 2014). A umidade relativa do ar varia de 83% a 87% (EPAGRI, 2001) e a precipitação pluviométrica anual é bem distribuída (entre 1.220 e 1.660 mm.ano⁻¹).

Os solos pertencentes à região do PAESF são o Cambissolo e o Neossolo Litólico. Os solos do tipo Cambissolo são caracterizados por baixa quantidade de matéria orgânica, apresentando horizonte A com espessura inferior a 40 cm seguido de horizonte B em formação, e com relevos que variam de planos, ondulados ou montanhosos, sendo que em áreas de relevo mais acidentado há presença de cascalhos e pedregosidades. Os solos do tipo Neossolo Litólico apresentam horizonte A ou O hístico, com espessura menor que 40 cm e ausência de horizonte B diagnóstico, estando diretamente sobre rocha ou material composto em sua maior parte por fragmentos rochosos, sendo suscetível a erosões devido a sua ocorrência em locais de topografia acidentada e a pequena espessura de seus perfis (EPAGRI, 2001; IBGE, 2007).

O sistema hidrográfico do PAESF é composto por nascentes que compõem a região de cabeceira da serra, onde as águas que nascem dentro dos limites do Parque drenam os rios Tubarão e Braço do Norte, que formam a Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão. Os rios mais expressivos que compõem a rede hidrográfica do Parque e que possuem suas nascentes em seus limites são os rios Laranjeiras, Minador, Braço Esquerdo e do Meio (FATMA, 2010).

Figura 5 - Localização do Parque Estadual da Serra Furada (PAESF) nos municípios de Grão Pará e Orleans, Santa Catarina, Sul do Brasil.

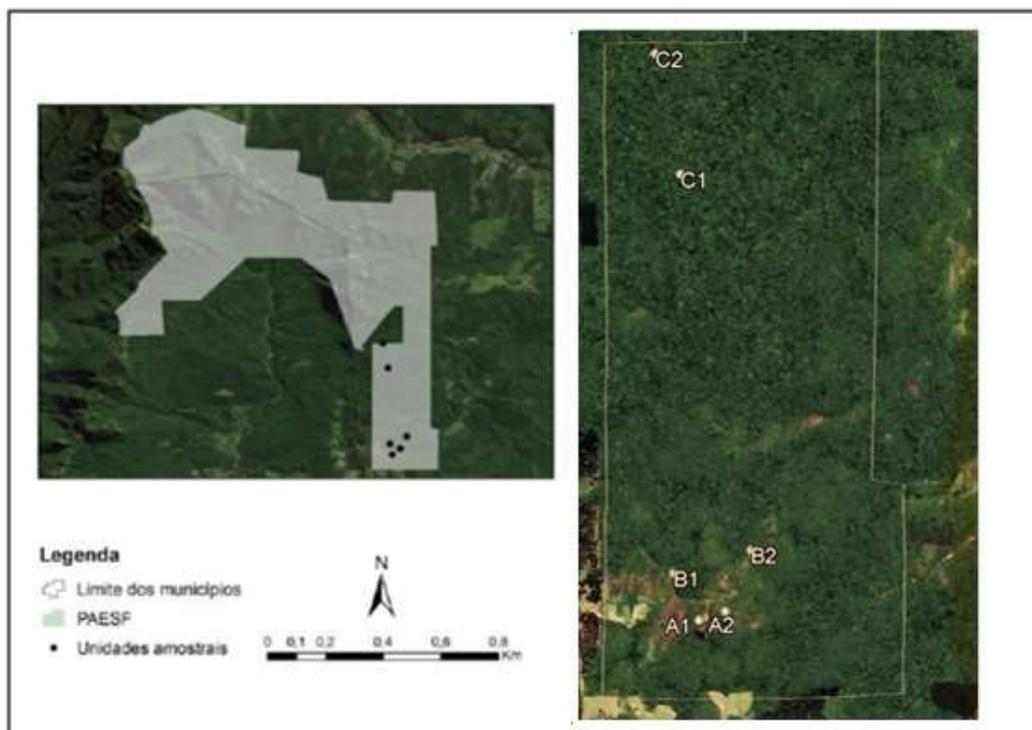


Fonte: De autoria própria.

No PAESF foi realizado, por Guislon (2017), levantamento fitossociológico da comunidade arbórea em Floresta Ombrófila Densa Montana, aplicando-se o método de parcelas (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 2002). Neste estudo, foram definidas seis áreas amostrais de 20 m x 100 m, sendo que cada área foram demarcadas 20 parcelas de 10 m x 10 m, totalizando 120 parcelas, perfazendo 1,2 hectares de área amostral. O estudo contemplou áreas com fitofisionomias em fases inicial, intermediária e avançada de sucessão ecológica secundária. Nessas áreas amostrais foram alocados os coletores de serapilheira do presente estudo.

As seis áreas para amostragem da serapilheira, definidas pelas fases de sucessão ecológica secundária das florestas existentes, foram nomeadas como: Floresta Inicial (áreas A1 e A2); Floresta Intermediária (áreas B1 e B2) e Floresta Madura (áreas C1 e C2), ou seja, representados por duas áreas amostrais para cada fase sucessional (Figura 6).

Figura 6 - Localização das áreas, na Floresta Ombrófila Densa Montana, estabelecidas para amostragem da serapilheira, onde A1 e A2 correspondem a fase sucessional inicial (Floresta Inicial); B1 e B2, a fase sucessional intermediária (Floresta Intermediária) e C1 e C2, a fase sucessional avançada (Floresta Madura), do Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina.



Fonte: De autoria própria.

Saliente-se ainda que, as áreas A1 e A2 (Floresta Inicial) tiveram corte raso da vegetação para o estabelecimento de pastagem para a criação de gado bovino, onde esta atividade permaneceu até o ano de 2007. As áreas B1 e B2 (Floresta Intermediária) se situavam

em locais de floresta que tiveram alteração por corte seletivo de espécies arbóreas de valor comercial. Já as áreas C1 e C2 (Floresta Madura) se apresentaram conservadas, devido a interferência humana no passado ter sido em menor escala, e por estarem situadas em altitude elevada e de acesso dificultado para exploração madeireira.

A cobertura vegetal original nos municípios de Grão-Pará e Orleans passou por modificações, desde a colonização europeia até os dias atuais. Por volta de 1890 iniciou a ocupação na comunidade de Chapadão (localizada no entorno do PAESF), onde imigrantes poloneses vindos de outros núcleos da região sul catarinense se fixaram com incentivo do governo ou de empresas privadas, para que colonizassem as terras e produzissem alimento para abastecer o mercado interno (SELAU, 2009; GUISLON *et al.*, 2017). Nesta região, havia também o comércio de madeira retirada das florestas nativas, principalmente próximo aos rios Oratório e Laranjeiras (DALL'ALBA, 2003).

Guislon *et al.* (2017) relatam a ocorrência de incêndio ocorrido na encosta da Serra Geral no ano de 1951. De acordo com registros de Dall'Alba (1986), o fogo iniciou com queima dos campos dos Aparados da Serra (Estepe Ombrófila), no Rio Grande do Sul e, devido a longa estiagem à época, desceu para as encostas, se alastrando de serra em serra até atingir a Serra do Corvo Branco. Klein (1978) relata que a vegetação das encostas dos Aparados da Serra Geral, sobretudo a chamada Floresta Nebular, teve sua maior parte destruída pelo fogo.

Em decorrência do incêndio, em 1956 na região do PAESF, uma área de 279 ha na localidade de Chapadão, em Orleans, foi adquirida pelo Estado para a formação de um Parque Florestal (SANTA CATARINA, 1956; GUISLON *et al.*, 2017), com o objetivo de produzir mudas nativas da região para recuperar os locais atingidos pelo incêndio.

Em 1978, o Estado decretou aqueles 279 hectares adquiridos para a formação do Parque Florestal, aos quais foram incorporados, posteriormente, 1.050 ha de terras devolutas contíguas, constituindo o Parque Estadual da Serra Furada (PAESF), por meio do Decreto nº 11.233/1980 (SANTA CATARINA, 1978, 1980).

No PAESF as áreas de floresta mais acessíveis pelos antigos moradores foram as mais impactadas pelo uso de subsistência, tanto para extração seletiva de árvores, como para o corte raso para a implantação de pastagem para o gado.

Segundo Guislon *et al.* (2017), dos processos mais intensos de degradação florestal do Parque, foram realizados os do tipo coivara, que visava à supressão da vegetação para a agricultura, bem como o corte raso para obtenção de madeira pelas serrarias ou para implantação de pastagens para o gado bovino. Nestes dois casos, havia derrubada de toda a vegetação presente no local.

De acordo com Dall’Alba (1986) houve muitas serrarias nos municípios de Orleans e de Grão-Pará, com indícios por volta de 1880. O autor cita que, apesar da exploração das serrarias, ainda restaram muitas florestas, porém estas localizadas no PAESF. Outro tipo de exploração da floresta identificado foi o corte seletivo de espécies, realizado com o intuito de obter madeiras específicas e de melhor qualidade (GUISLON *et al.*, 2017).

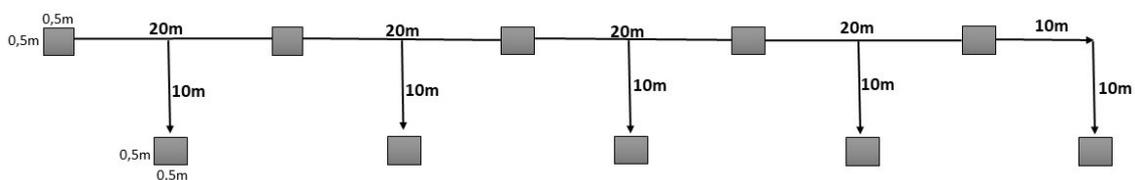
Em relação às áreas com histórico de intervenção para criação de gado bovino e por corte seletivo, se trata de locais que se encontravam em fases sucessionais inicial e intermediária de regeneração natural, respectivamente. No entanto, verificou-se que houve impacto também nas florestas conservadas do Parque, devido à extração seletiva de madeira de forma ilegal em locais próximos das instalações de antigas serrarias. Somente as áreas inacessíveis, situadas nas encostas íngremes, foram resguardadas da exploração madeireira e da agropecuária (GUISLON *et al.*, 2017).

3.1.2 Coleta de dados

A serapilheira produzida pelos remanescentes florestais, em diferentes fases de sucessão ecológica secundária, foi coletada durante o período de 12 meses (maio/2014 a abril/2015). As coletas ocorreram no último dia de cada mês. Os 60 coletores de serapilheira foram alocados no interior da floresta, 10 coletores por área de amostragem, totalizando 20 coletores para cada área amostral determinada pela respectiva fase sucessional (inicial, intermediária e avançada).

Os coletores de serapilheira foram construídos em madeira de 50 cm x 50 cm com fundo de tela de náilon (malha de 1,0 mm²) elevados a 10 cm da superfície do solo (CESAR *et al.*, 1988; DOMINGOS *et al.*, 1990). Em cada área amostral os 10 coletores foram distribuídos em dois transectos paralelos com distância de 10 m entre eles e 20 m de distância entre os coletores (Figura 7).

Figura 7 - Esquema de distribuição dos 10 coletores de serapilheira em cada área amostral na Floresta Ombrófila Densa Montana em distintas fases de sucessão ecológica secundária do Parque Estadual da Serra Furada, Sul de Santa Catarina.



Fonte: De autoria própria.

O conteúdo depositado em cada coletor de serapilheira foi transferido para envelopes de papel, etiquetados e levados para o Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI), da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) para secagem. A serapilheira foi colocada em estufa de resistência elétrica com circulação a ar de 50 °C, para eliminar o excesso de umidade. Posteriormente, o material foi separado nas frações: folhas, ramos, estruturas reprodutivas (inflorescência, flores, frutos e sementes) e miscelânea (composta pela porção do material de natureza não identificada, consequência do processo de ruptura e decomposição). Foram incluídos na fração ramos, aqueles que possuíam diâmetro igual ou inferior a 2 cm, seguindo orientação de Proctor (1983). Após a triagem, as frações da serapilheira foram colocadas novamente em estufa até alcançar peso constante e, em seguida pesadas. Com os valores obtidos, calculou-se a porcentagem das frações e as médias mensais em kg.ha⁻¹ e seus respectivos desvios padrão.

A partir desses dados, foi estimada a produção de serapilheira no período de estudo, com base na equação:

$$PS = \frac{\sum PM \times 10.000}{Ac}$$

Em que: PS = Produção de serapilheira (kg.ha⁻¹.ano⁻¹), PM = Produção mensal de serapilheira (kg.ha⁻¹.mês⁻¹) e Ac = Área do coletor (m²).

A estimativa da quantidade de serapilheira acumulada na superfície da floresta foi quantificada com seis amostras, coletadas nos mesmos dias da coleta da serapilheira produzida, em áreas de amostragem de 0,25 m², totalizando 1,5 m² em cada área (A1, A2, B1, B2 C1 e C2) e 3 m² para cada fase sucessional (inicial, intermediária e avançada).

Para tanto utilizou-se um quadrado de madeira com 50 cm de lado, arremessado ao solo, o material acumulado foi coletado de dentro da unidade amostral demarcada até ser completado as seis amostras (MORAES *et al.*, 1993). Os locais amostrados, em cada coleta de serapilheira acumulada, foram identificados com uma bandeirinha e, caso o coletor caísse em local já amostrado, este era ignorado, sendo lançado novamente o quadrado.

O material coletado foi levado para secagem em estufa de resistência elétrica com circulação a ar de 50 °C até atingir peso constante, sendo estimado, posteriormente, a massa seca por fração e a quantidade média de serapilheira acumulada em kg.ha⁻¹.

O cálculo do coeficiente de decomposição foi realizado segundo Olson (1963), o qual considera a relação entre a serapilheira produzida anualmente, retida nos coletores, e a quantidade média de serapilheira acumulada sobre o solo, por meio da equação:

$$K = \frac{L}{X_{ss}}$$

Em que: K = coeficiente de decomposição, L = quantidade de serapilheira produzida anualmente ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e X_{ss} = quantidade de serapilheira acumulada em ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

O tempo necessário (T) para renovação do estoque de serapilheira acumulada no solo foi obtido através da equação de Hopkins (1966), expressa em anos e dias:

$$T = \frac{1}{K}$$

Com estes valores foi possível identificar a produção mensal de serapilheira e, conseqüentemente, as estações do ano em que ocorrem maior deposição de matéria orgânica no solo.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.1 Serapilheira produzida

3.2.1.1 Produção anual de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária

A produção anual da serapilheira apresentou diferenças em sua totalidade e entre as áreas estudadas, sendo estimada em $7,74 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $12,93 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $13,69 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente, para as áreas florestais em fases inicial, intermediária e avançada de sucessão ecológica (Apêndices A, B e C).

Em florestas maduras com ampla cobertura do dossel, a produção da serapilheira é mais alta quando comparada a florestas secundárias, assim sendo o estágio de sucessão secundária impacta nos mecanismos de produção da serapilheira (MARTINELLI; LINS; SANTOS-SILVA, 2017).

A produção anual de serapilheira em Florestas Tropicais, segundo Haag (1985), se situa entre 7 e $12 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de matéria seca, e a fração folhas representou a maior proporção em relação à soma das demais frações (ramos e outros materiais).

Em se tratando de Floresta Atlântica em Santa Catarina, estudos realizados em relação à produção anual de serapilheira estimaram quantidades de $2,7$ e $7,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, para a fase inicial de sucessão secundária; $4,3$ e $12,9 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, para a fase intermediária e $6,4$ a $13,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, para a fase avançada (Tabela 2).

Dickow *et al.* (2012) estimou a produção de serapilheira para a Floresta Ombrófila Densa de $1,8$ a $9,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, no entanto, no estudo a produção em floresta intermediária

ficou com 12,93 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹ e em floresta madura com 13,69 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹. Da mesma forma, Bray e Gorham (1964) sugeriram a existência de relação linear entre a produção de serapilheira e a latitude em função da temperatura e quantidade de insolação recebida, estimando de 6 a 8 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹ para a latitude correspondente ao estado de Santa Catarina. Contudo valores obtidos em estudos no Sul de Santa Catarina para florestas maduras obtiveram valores entre 8,1 e 13,7 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹ (Tabela 2), portanto, acima do estabelecido pelos autores citados.

Tabela 2 - Dados comparativos entre os valores obtidos no estudo e demais estudos relativos à produção total de serapilheira (Mg.ha⁻¹.ano⁻¹) e do percentual da fração folhas em relação à produção total de serapilheira (%), realizados na Floresta Atlântica em Santa Catarina.

Fase sucessional da floresta	Localização (altitude)	Latitude	Serapilheira		Autor
			Total	Foliar	
Inicial	Siderópolis (145-185m)	28°35'S	2,7	1,6 (60)	Flor <i>et al.</i> (2013)
	Orleans, PAESF (400-600m)	28°10'S	7,7	5,2 (67)	Este estudo
Intermediária	Siderópolis (145-185m)	28°35'S	4,3	2,4 (58)	Flor <i>et al.</i> (2017)
	Grão-Pará, PAESF (400-600m)	28°10'S	12,9	7,7 (60)	Este estudo
Madura	Florianópolis, Lagoa da Conceição (328m)	27°35'S	6,4	4,2 (67)	Hinkel; Panitz (1999)
	Siderópolis (145-185m)	28°35'S	8,1	5,3 (65)	Flor <i>et al.</i> (2017)
	Orleans, Rio Novo (256-285m)	28°21'S	8,7	5,9 (68)	Citadini-Zanette (1995)
	Ilhota	26°53'S	8,3	6,0 (73)	Cardoso; Reis (1996)
	Orleans, Rio Novo (256-285m)	28°21'S	10,5	7,2 (68)	Santos (1997)
	Grão-Pará, PAESF (400-600m)	28°10'S	13,7	8,3 (65)	Este estudo

Fonte: De autoria própria.

Os maiores valores encontrados neste estudo podem ser atribuídos a fatores bióticos e abiótico que afetam a produção de serapilheira, como tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, deciduidade da vegetação, fase de sucessão ecológica, disponibilidade hídrica e características do solo. A estrutura vertical e horizontal da comunidade vegetal e a composição e distribuição de espécies também podem interferir na distribuição e produção de serapilheira (LOWMAN, 1988; OLIVEIRA FILHO, 1997; VIDAL *et al.*, 2007). No entanto, dependendo das características de cada ecossistema, determinado fator pode prevalecer sobre os demais (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003). Todavia, poucos estudos têm contemplado a produção de serapilheira, acúmulo e decomposição em áreas submetidas a distúrbios, embora seja importante entender a relação desse compartimento com o processo regenerativo da vegetação (MARTINS; RODRIGUES, 1999),

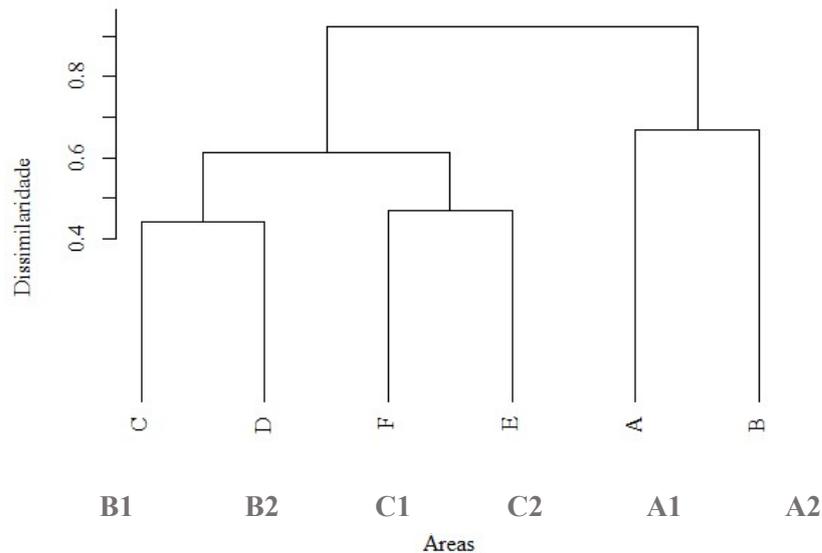
principalmente, em distintas fases sucessionais de florestas submetidas ao processo de fragmentação.

No presente estudo, a quantidade de serapilheira depositada foi semelhante nas fases sucessionais intermediária e avançada, diferindo da fase sucessional inicial. A condição climática local, semelhante nas três áreas, decorrente da proximidade entre si, não foi fator responsável pela deposição não ter diferido, significativamente, entre as áreas B e C, e estas diferindo da área A. Desta forma, a composição florística e estrutural da floresta foi o fator preponderante, pois, de acordo com Guislon (2017), as áreas de floresta intermediária e de floresta madura apresentaram características quantitativas (área basal, altura, volume) e qualitativas (riqueza e diversidade) semelhantes entre si e maiores que as observadas na floresta inicial.

Em seu estudo, Guislon (2017) demonstrou a formação de dois grandes grupos distintos de espécies arbóreas na Floresta Atlântica do PAESF, um formado pelos pontos de amostragem A1 e A2, e outro formado pelos pontos B1, B2, C1 e C2. Para este último grupo ficou evidente, também, a formação de dois subgrupos distintos, permitindo distinguir o ambiente B1-B2 e C1-C2 (Figura 8).

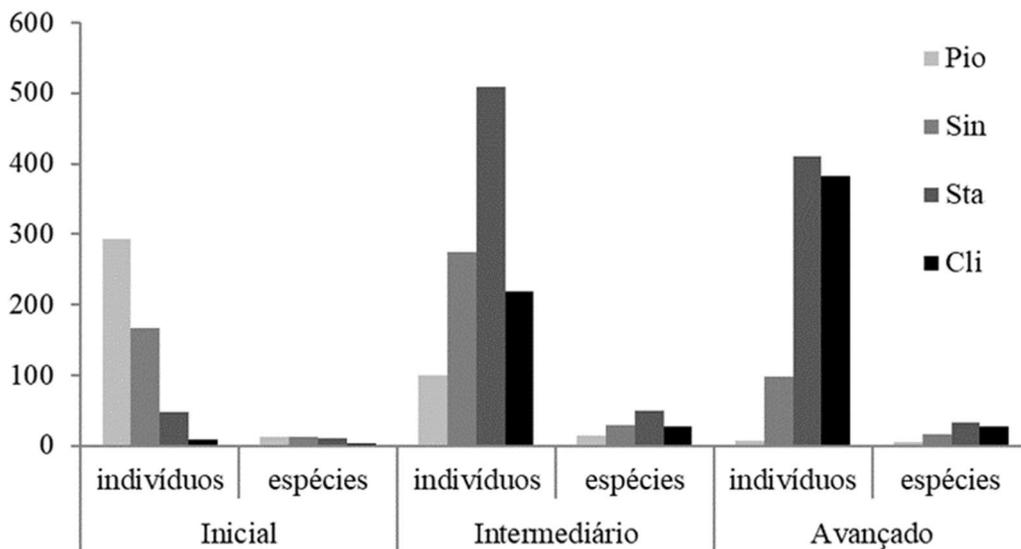
Por esse fato, comprovou-se que a quantidade de serapilheira produzida na fase sucessional inicial foi inferior àquela produzida nas fases intermediária e avançada de sucessão ecológica, estando relacionadas com as características de cada fase sucessional e das espécies presentes em cada ambiente (Figura 9).

Figura 8 - Dendrograma de Cluster obtido por UPGMA, calculado pelo coeficiente de distância de Bray-Curtis, decorrente de uma matriz de abundância de espécies arbóreas em seis unidades amostrais no Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina, onde, A1 e A2: unidades amostrais com histórico de degradação por corte raso e pastoreio (fase inicial de sucessão ecológica); B1 e B2: unidades amostrais com histórico de corte seletivo intenso (fase intermediária de sucessão ecológica); C1 e C2: unidades amostrais conservadas (fase avançada de sucessão ecológica).



Fonte: Guislon (2017), modificado.

Figura 9 - Distribuição do número de indivíduos e de espécies por grupo ecológico, nos três estádios sucessionais amostrados na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina. Pio = pioneira, Sin = secundária inicial, Sta = secundária tardia e Cli = clímax.



Fonte: Guislon (2017).

A Floresta Inicial é uma formação pioneira, abandonada há aproximadamente, 15 anos, após corte raso e utilização para pastagem. A densidade de indivíduos arbóreos, obtida por Guislon (2017), foi de 1.292 ind.ha⁻¹ (Tabela 3). Os parâmetros estimados evidenciaram *Piptocarpha axillaris* com 23,5% do valor de importância, sobretudo nos parâmetros de densidade e de dominância. Esta espécie juntamente com *Myrsine coriacea*, *Vernonanthura discolor* e *Miconia cabucu* somaram 54% do valor de importância nesta fase sucessional. Das 39 espécies amostradas, 16 estavam representadas por no máximo dois indivíduos. Essas espécies, com exceção de *M. coriacea*, destacaram-se com melhor potencial de indicação para ambiente inicial, pois são características de fases iniciais de sucessão e possuem suas estratégias de polinização ou de dispersão de propágulos relacionadas ao vento.

A Floresta Intermediária, é uma formação florestal, abandonada há aproximadamente 40 anos, após alteração por corte seletivo de espécies arbóreas de valor comercial. A densidade de indivíduos arbóreos, medida por Guislon (2017), foi de 2.762 ind.ha⁻¹ (Tabela 3). A espécie com maior valor de importância foi *Guapira opposita*, contudo, seu percentual foi de 5%. O percentual do valor de importância das 10 primeiras espécies somou 34%. Das 123 espécies amostradas, 35 estavam representadas por no máximo dois indivíduos.

A Floresta Madura se apresenta conservada, devido a interferência humana no passado ter sido em menor escala e por estarem situadas em altitude elevada, de acesso dificultado para exploração madeireira. A densidade de indivíduos arbóreos, medida por Guislon (2017), foi de 2.242 ind.ha⁻¹ (Tabela 3). *Alchornea triplinervia* obteve o maior valor de importância, com 13% e *Ocotea catharinensis* que ocupou o segundo lugar com 8%, principalmente devido ao elevado porte de seus indivíduos, onde estas duas espécies somaram 47% do percentual de dominância na área. Além disso, *Rudgea jasminoides*, *Mollinedia schottiana* e *Actinostemon concolor* também apresentaram relevância, sobretudo nos parâmetros frequência e densidade. Das 82 espécies amostradas, 40 foram representadas por um ou dois indivíduos.

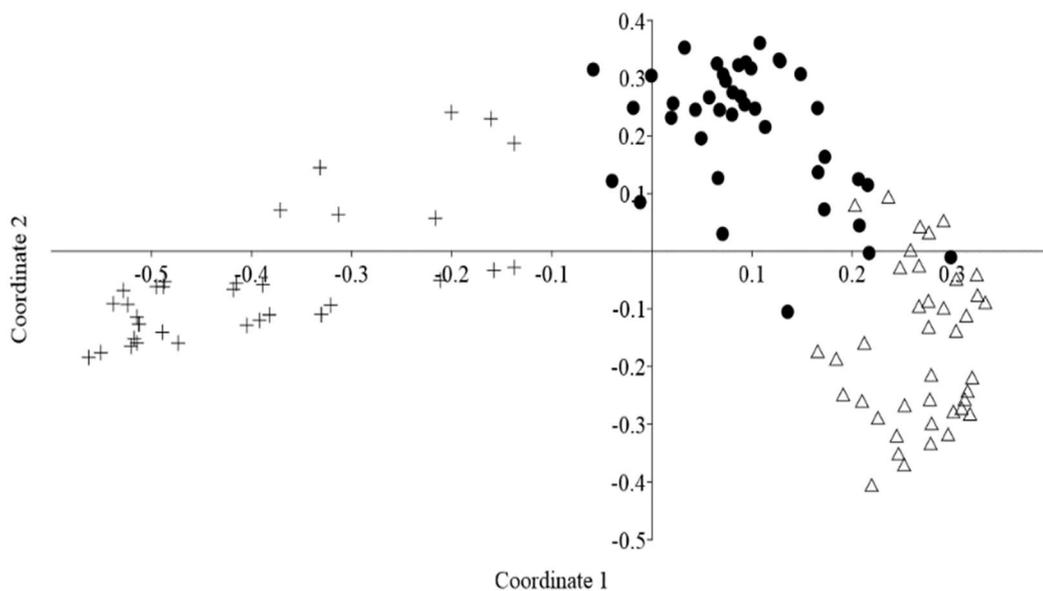
A composição florística de cada parcela amostrada para a Floresta Ombrófila Densa do PAESF possibilitou uma melhor compreensão da distância entre os ambientes, que apontou para a existência de um gradiente de substituição de espécies ao longo das parcelas do inicial ao avançado, observadas através da variação horizontal (Figura 10). Foi possível visualizar uma maior heterogeneidade no ambiente inicial, através da visualização da distribuição horizontal das parcelas que pertencem a este ambiente, enquanto os demais ambientes (intermediário e avançado) apresentaram-se mais homogêneos. Além disso, a separação do ambiente intermediário para o avançado ficou menos nítida, na medida em que algumas parcelas do estágio avançado são muito similares ao intermediário e vice-versa.

Tabela 3 - Parâmetros estruturais e de diversidade das três fases de sucessão ecológica secundária na Floresta Atlântica do Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina, utilizando como critério de inclusão o DAP ≥ 5 cm.

Parâmetros	Inicial	Intermediário	Avançado
Número de espécies	39	123	82
Número de espécies exclusivas	10	39	11
Densidade absoluta ($\text{ind}\cdot\text{ha}^{-1}$)	1.292	2.762	2.242
DAP médio (cm)	8	11	13
Área basal estimada ($\text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$)	9,9	38,9	60,4
Altura média (m)	5,4	8,6	8,1
Índice de diversidade de Shannon (nats/ind)	2,5	4,2	3,4

Fonte: Guislon (2017), modificado.

Figura 10 - Análise de ordenação PCO combinada com coeficiente de distância de Bray-Curtis, decorrente de uma matriz de abundância por parcelas, amostradas em três ambientes de floresta do Parque Estadual da Serra Furada, Santa Catarina. Parcelas iniciais (+), intermediárias (●) e avançadas (Δ).



Fonte: Guislon (2017).

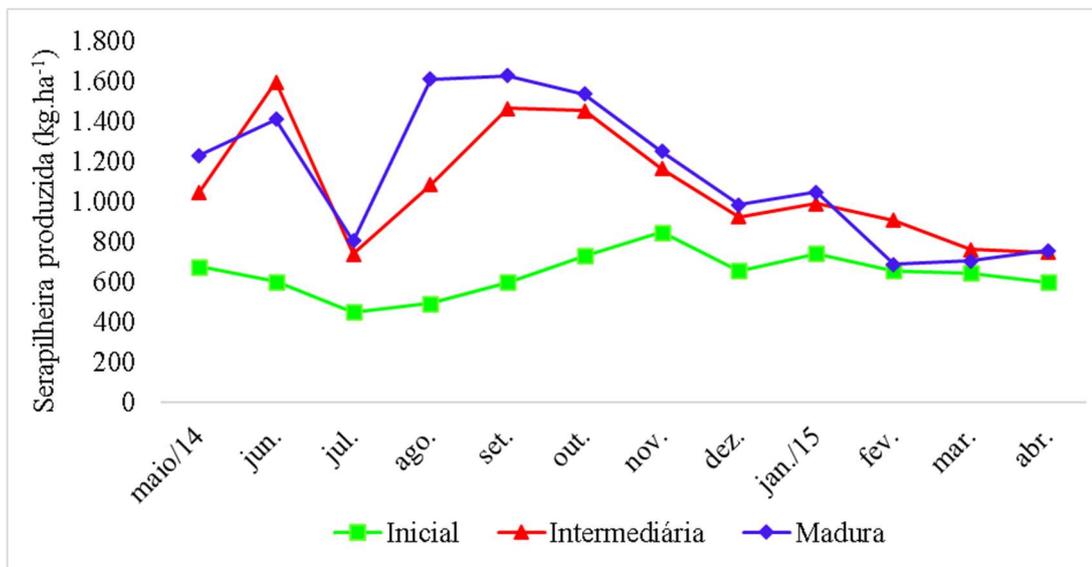
O entendimento da composição florística e estrutural da comunidade arbórea em distintas fases de sucessão secundária é importante, pois, em áreas em fase inicial de sucessão ecológica secundária, a maior produção e acúmulo da serapilheira estão relacionadas com estas espécies. No entanto, mesmo em áreas em fase avançada, uma espécie pode determinar a maior produção e acúmulo de serapilheira, como citado por Martinello; Citadini-Zanette; Santos (1999) onde produção anual de serapilheira foliar da trepadeira *Schnella angulosa* (Fabaceae)

foi de $1,43 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, o que representou 17% da serapilheira produzida e 24% da fração folhas.

Além disso, o fato de a floresta na fase sucessional inicial possuir menor área basal, menor volume de madeira, menor riqueza e diversidade de espécies vegetais, sub-bosque pouco desenvolvido, dossel descontínuo, entre outras características, contribuiu para a menor produção e acúmulo de serapilheira.

A fase inicial de sucessão teve sua maior produção nos meses de outubro, novembro e janeiro. As fases intermediária e avançada de sucessão secundária tiveram sua maior produção nos meses de junho, setembro e outubro. Já a menor produção foi obtida para as fases inicial e intermediária no mês de julho, enquanto na fase avançada foi no mês de fevereiro (Figura 11).

Figura 11 - Produção mensal da serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada), na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina, Brasil.



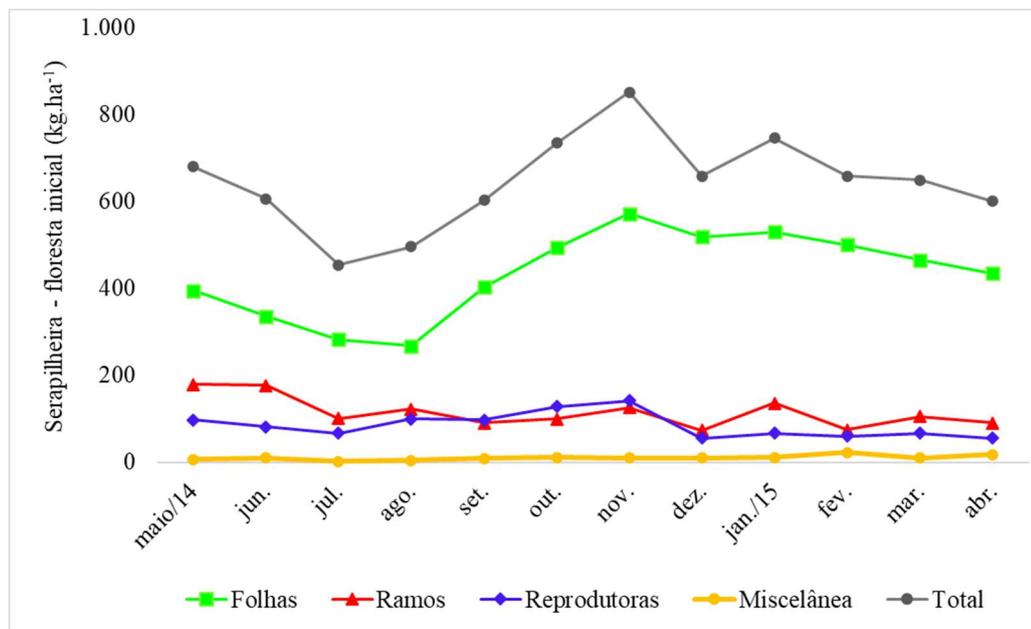
Fonte: De autoria própria.

3.2.1.2 As frações da serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária

Em estudos da produção de serapilheira, os valores estimados para a fração folhas, de diferentes florestas, são os comumente comparados por ser a fração mais constante e homogênea da serapilheira (PAGANO, 1989). Em estudos realizados em Floresta Atlântica de Santa Catarina, o percentual da fração folhas ficou entre 58% e 73%, independentemente da fase de sucessão. No entanto, os valores absolutos variaram com relação as fases de sucessão da floresta e, igualmente, com relação a mesma fase de sucessão, inclusive aqueles com florestas próximas e com composição florística semelhantes (Tabela 2).

Para a fase sucessional inicial foi estimado $7,74 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de matéria seca, sendo que 67% foram representados pela fração folhas, seguido de ramos, estruturas reprodutivas e miscelânea (Figura 12). Para folhas os valores variaram de $0,27 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $0,57 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo que os menores valores foram observados nos meses de agosto, julho e junho e os maiores em novembro, janeiro e dezembro. Para a fração ramos os valores variaram de $0,07 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $0,18 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, onde nos meses de setembro, dezembro e fevereiro ocorreu menor produção desta fração, e em maio, junho e janeiro houve maior produção. O valor para fração estruturas reprodutivas variaram de $0,06 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $0,14 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com menores valores observados nos meses de dezembro, fevereiro e abril e maiores em novembro, outubro e agosto. A fração miscelânea foi a menos representativa, com valores entre $0,002 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $0,023 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, onde julho, agosto e maio apresentaram menor aporte e fevereiro e abril os maiores valores (Apêndice A).

Figura 12 - Produção mensal da serapilheira na fase sucessional inicial na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.



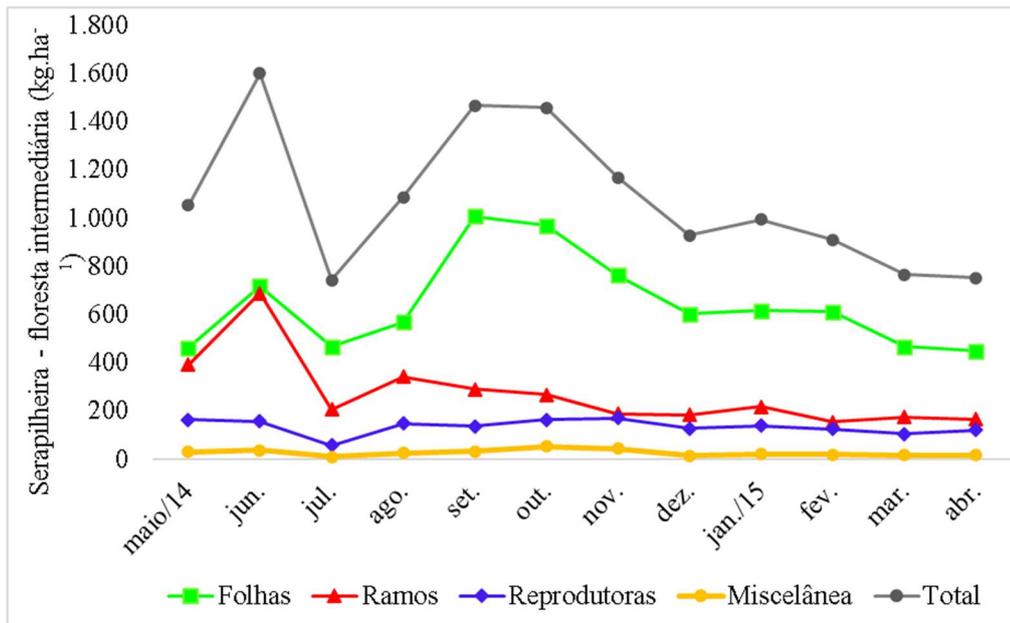
Fonte: De autoria própria.

Para a fase sucessional intermediária foi estimado $12,93 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de massa seca, dos quais, 60% foram provenientes da fração folhas, seguido de ramos, estruturas reprodutivas e miscelânea (Figura 13). Os valores para fração folhas variaram de $0,45 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $1,01 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, logo, os meses com menor produção foram abril, março e julho e os meses de setembro, outubro e novembro foram onde maior produção. Para ramos os valores foram de $0,15 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $0,69 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, onde, fevereiro, abril e março foram os meses com menor deposição e junho,

maio e agosto com maior deposição. Estruturas reprodutivas, a segunda fração menos representativa, teve a produção entre $0,06 \text{ Mg.ha}^{-1}$ e $0,17 \text{ Mg.ha}^{-1}$ com maior de aporte nos meses de julho, março e abril, por outro lado, os meses com maior produção foram estimados em novembro, maio e outubro. Miscelânea produziu de $0,01 \text{ Mg.ha}^{-1}$ a $0,05 \text{ Mg.ha}^{-1}$, com menor aporte nos meses de julho, dezembro e abril (Apêndice B).

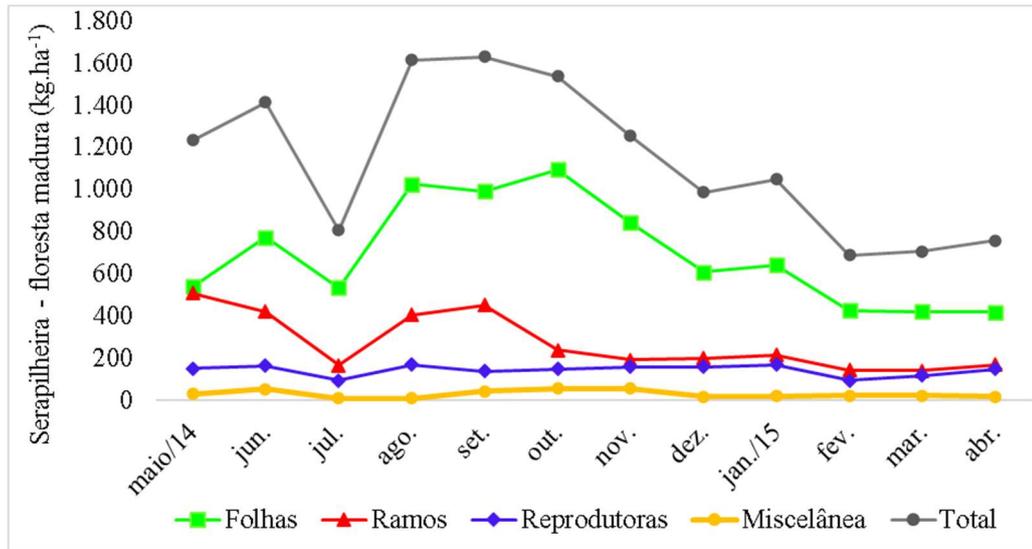
Para a fase avançada de sucessão ecológica secundária foi estimado $13,69 \text{ Mg.ha}^{-1}$ de massa seca, composto por 60% da fração folhas, seguido de ramos, estruturas reprodutivas e miscelânea (Figura 14). Os valores obtidos para folhas variaram de $0,42 \text{ Mg.ha}^{-1}$ a $1,09 \text{ Mg.ha}^{-1}$, e os meses de menor produção foram abril, março e fevereiro, por outro lado, outubro, agosto e setembro apresentaram maior aporte. A fração ramos apontou valores entre $0,14 \text{ Mg.ha}^{-1}$ a $0,51 \text{ Mg.ha}^{-1}$, onde, março, fevereiro e julho tiveram menor produção, e maio, setembro e junho maior queda. Para estruturas reprodutivas, foram obtidos valores entre $0,09 \text{ Mg.ha}^{-1}$ a $0,17 \text{ Mg.ha}^{-1}$, com julho, fevereiro e março apresentando menor produção e janeiro, agosto e junho maior produção. Com menor representatividade, miscelânea obteve valores de massa seca entre $0,01 \text{ Mg.ha}^{-1}$ a $0,06 \text{ Mg.ha}^{-1}$, os meses que apresentaram menos produção desta fração foram julho, agosto e dezembro, e os com maior produção novembro, outubro e junho (Apêndice C).

Figura 13 - Produção mensal de serapilheira produzida na fase sucessional intermediária na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.



Fonte: De autoria própria.

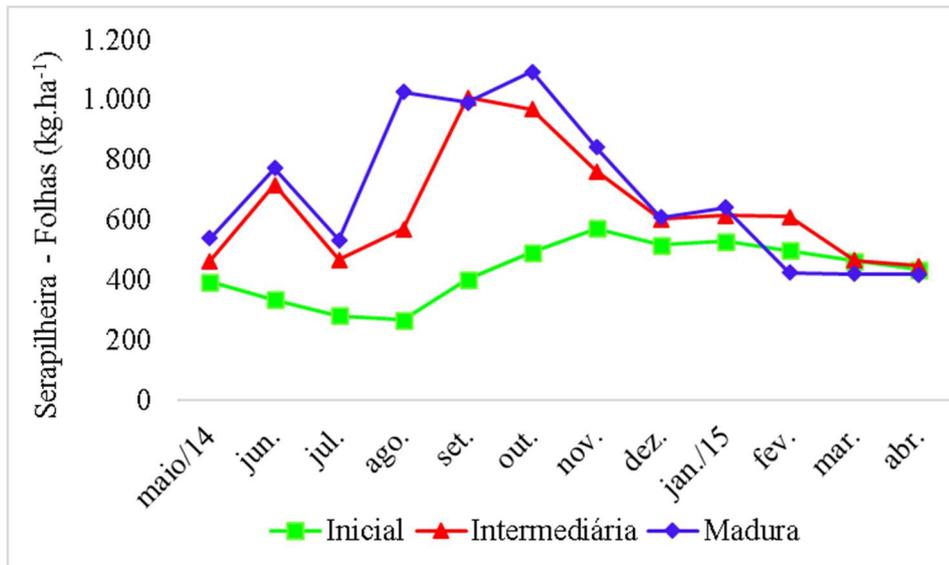
Figura 14 - Produção mensal de serrapilheira na fase sucessional avançada na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.



Fonte: De autoria própria.

A fração folhas apresentou maior contribuição em todas as áreas estudadas, sendo 5,20 Mg.ha⁻¹ (67%), 7,71 Mg.ha⁻¹ (60%) e 8,32 Mg.ha⁻¹ (60%) para as áreas em fases inicial, intermediária e avançada de sucessão ecológica secundária, respectivamente (Figura 15). Os resultados obtidos demonstraram que a fração folhas é predominante na constituição da serrapilheira em estudos realizados em Floresta Atlântica (MEGURO; VINUEZA; DELITTI, 1979; PAGANO, 1989; MORELLATO, 1992; FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003; TOLEDO; PEREIRA, 2004; BACKES; PRATES; VIOLA, 2004) e, nos estudos realizados em Santa Catarina (Tabela 2).

Figura 15 - Produção mensal da fração folhas de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.



Fonte: De autoria própria.

De acordo com a maioria dos estudos de produção de serapilheira em florestas tropicais, foram estimadas maiores contribuições da fração folhas ao total de serapilheira produzida. Essa porcentagem, normalmente situa-se acima dos 60-70% (CUEVAS; MEDINA, 1986; CUNHA *et al.*, 1993; CUSTÓDIO FILHO *et al.*, 1996; MORAES *et al.*, 1999; PINTO; MARQUES, 2003; MARTIUS *et al.*, 2004; ROCHA, 2006; SCHEER, 2006; VOGEL; SCHUMACHER; TRUBY, 2007; MACHADO; RODRIGUES; PEREIRA, 2008; SILVA *et al.*, 2009), podendo atingir valores de 73% e 75%, conforme obtido, respectivamente, nos estudos realizados por Cardoso e Reis (1996) e Calvi; Pereira; Espíndula Júnior (2009).

A diminuição na representatividade da fração folhas de 67 para 60%, com o avanço da fase sucessional, já foi observada por outros autores em florestas tropicais secundárias em diferentes fases de sucessão (CUNHA, 1997; TOLEDO; PEREIRA; MENEZES, 2002; PINTO; MARQUES, 2003; PEZZATO; WISNIEWSKI, 2006; ROCHA, 2006; KÖHLER; HÖLSCHER; LEUSCHNER, 2008) e pode estar associada a maior produção de serapilheira foliar pelas espécies pioneiras presentes nas florestas secundárias em processo inicial de regeneração (MARTINS; RODRIGUES, 1999).

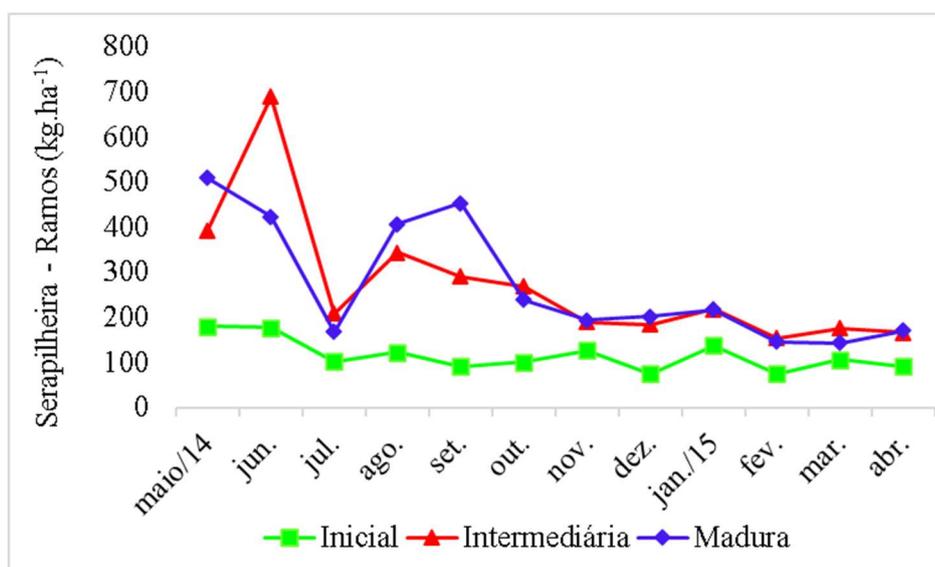
Luizão e Schubart (1986) investigando a produção de serapilheira em floresta de terra firme da Amazônia Central, encontraram maior porcentagem de folhas na capoeira jovem em relação às florestas originais de platô e baixio. A maior porcentagem de folhas depositadas na capoeira foi justificada pelos autores como decorrente do crescimento acelerado em que se

encontrava a vegetação, para o qual necessitava de uma alta taxa fotossintética, conseguida por meio de uma grande biomassa de folhas que eram rapidamente substituídas.

Por outro lado, segundo os autores, a maior proporção de folhas nas florestas iniciais, comparativamente às florestas maduras, reflete a estrutura da vegetação e a diversidade biológica, diferentes em florestas com diferentes idades. Nas florestas jovens, o tipo de material que cai das árvores é principalmente de natureza foliar, pela própria estrutura das espécies ou vegetais??? (sazonalmente, flores e frutos podem ser significativos). À medida que a floresta envelhece, além da renovação das folhas, outros materiais (cascas, ramos de maiores dimensões, epífitas etc.) também passam a cair nos coletores, sendo que boa parte deste material não se encontrava presente nas florestas mais jovens, o que explicaria a redução na proporção de folhas.

No presente estudo, a fração ramos apresentou a segunda maior contribuição em todas as áreas estudadas, sendo $1,38 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (18%), $3,28 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (25%) e $3,27 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (24%) para as áreas em fases sucessionais inicial, intermediária e avançada de regeneração natural, respectivamente (Figura 16). Os resultados obtidos corroboraram o estudo realizado por Pereira; Menezes; Schultz (2008) em Floresta Ombrófila Densa Submontana no Estado do Rio de Janeiro, cuja fração ramos representou 21%, ficando em segundo lugar na constituição da serapilheira. Outros estudos corroboraram os resultados encontrados, onde a fração ramos contribuiu de 11% a 21% da produção total (DICKOW *et al.*, 2012; FERREIRA *et al.*, 2014; BIANCHIN *et al.*, 2016; LORENZO; CAMPAGNARO, 2017).

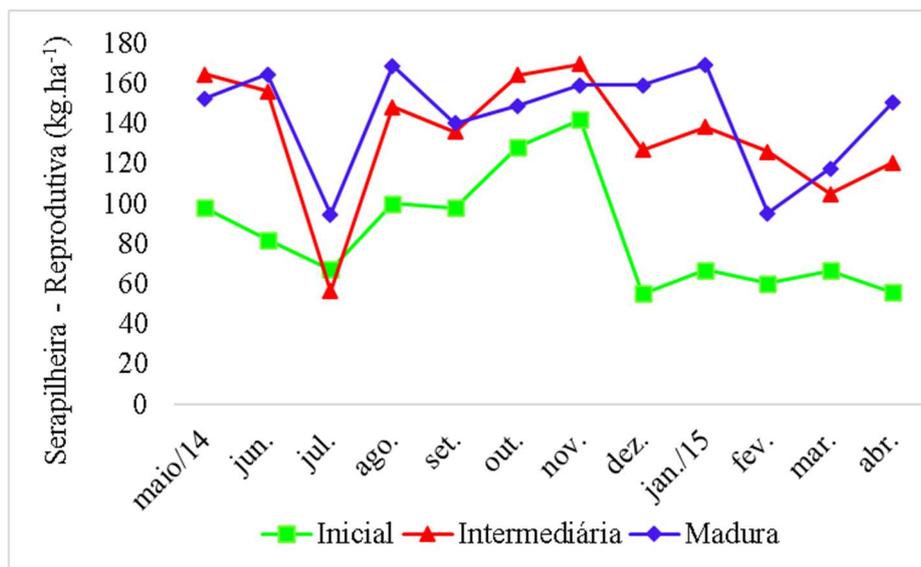
Figura 16 - Produção mensal da fração ramos de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.



Fonte: De autoria própria.

A fração estruturas reprodutivas apresentou a segunda menor contribuição em todas as áreas estudadas, sendo estimada em $1,02 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (13%), $1,61 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (12%) e $1,72 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (13%) para as áreas em fases inicial, intermediária e avançada de regeneração natural, respectivamente (Figura 17). Os resultados obtidos demonstraram que a fração estruturas reprodutivas é a terceira fração predominante na constituição da serrapilheira em estudos realizados em Floresta Atlântica. Ferreira *et al.* (2014) em Floresta Atlântica secundária obtiveram 11% de estruturas reprodutivas na serrapilheira e Calvi; Pereira; Espíndula Júnior (2009) obtiveram taxas de deposição de 4,4% a 7,3%.

Figura 17 - Produção mensal da fração estruturas reprodutivas de serrapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.



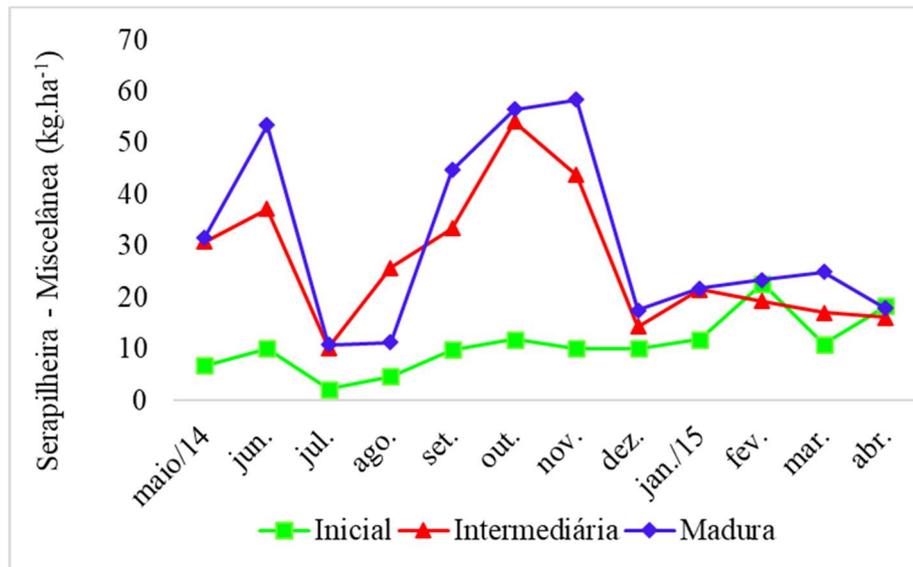
Fonte: De autoria própria.

Nas três fases de sucessão ecológica secundária, a fração miscelânea, formada pelo material de natureza não identificável ou de difícil separação, se manteve, praticamente, inalterada durante todo o período de realização do experimento, estando em maior dependência da disponibilidade de tempo e habilidade do pesquisador em identificar suas partes constituintes.

A fração miscelânea, apresentou a menor contribuição em todas as áreas estudadas, sendo $0,13 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2%), $0,32 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (3%) e $0,37 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (3%), respectivamente, para as áreas em fases sucessionais inicial, intermediária e avançada de regeneração natural (Figura 18).

Pereira; Menezes; Schultz (2008) chamaram essa fração de “resíduos”, contribuindo com 8% do total da serapilheira, valor superior a flores e frutos.

Figura 18 - Produção mensal da fração miscelânea de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.



Fonte: De autoria própria.

3.2.2 Acúmulo e decomposição da serapilheira

A entrada de material para a serapilheira acumulada sobre o solo é unidirecional, podendo-se encontrar material de idades sucessivamente maiores, estabelecendo um gradiente vertical desde o material recém caído até o solo mineral, refletindo os diversos estágios de transformação do material orgânico (DELITTI, 1984).

A serapilheira atua na superfície do solo como um sistema de entrada e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica, sendo essencial na restauração da fertilidade do solo em áreas em início de sucessão ecológica (EWEL, 1976).

De acordo com Caldeira *et al.* (2007) o conjunto de nutrientes disponíveis na serapilheira acumulada, bem como no solo, representa o total dos nutrientes que serão acessíveis para a vegetação do ecossistema. Nesse contexto, esses reservatórios representam uma porção de nutrientes que circulam no ecossistema e sobre o qual a vegetação exerce uma participação direta, pois os componentes não se encontram fixados na biomassa viva.

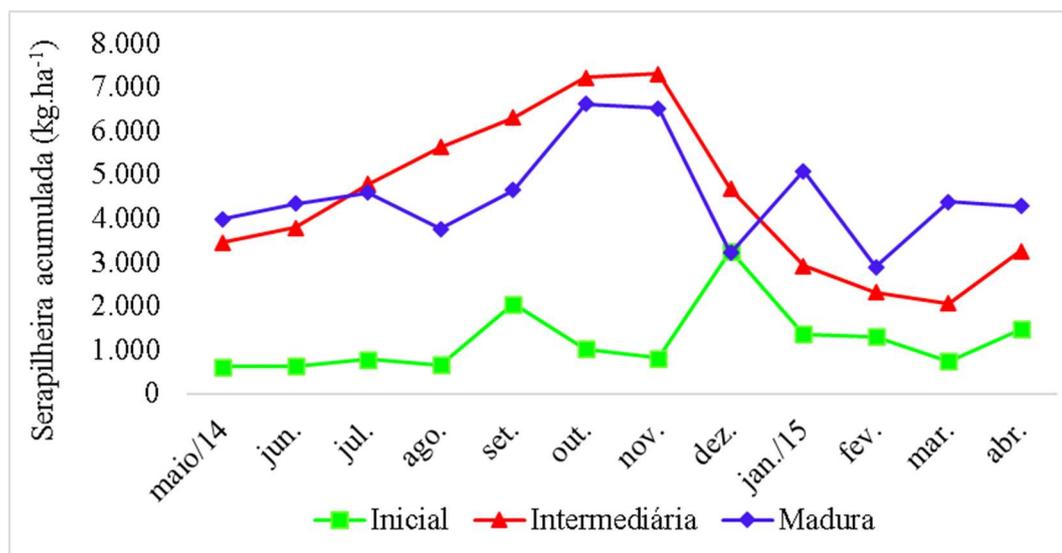
Os valores médios mensais da serapilheira acumulada no solo foram de 1,23 Mg.ha⁻¹, 4,48 Mg.ha⁻¹ e 4,53 Mg.ha⁻¹, respectivamente, nas florestas inicial, intermediária e madura do

PAESF (Apêndice D). Observou-se valores muito próximos da serapilheira acumulada nas fases intermediária e avançada, explicado pela composição florística e estrutural semelhantes.

O resultado obtido para o acúmulo da serapilheira na fase inicial de sucessão pode estar relacionado à resposta fenológica das espécies (WRIGHT; CORNEJO, 1990) e ao estágio sucessional da floresta (CALDEIRA *et al.*, 2008). Em Blumenau, Santa Catarina, Caldeira *et al.* (2008) obtiveram valores semelhantes ao presente estudo para Floresta Atlântica em fase intermediária (5,02 Mg.ha⁻¹) e avançada (5,29 Mg.ha⁻¹) de sucessão, diferindo, no entanto, para a fase inicial (4,47 Mg.ha⁻¹) que obtiveram valores muito superior ao esperado.

De modo geral, a maior quantidade de serapilheira acumulada ocorreu durante os meses mais quentes e de maior precipitação pluviométrica, na estação úmida (setembro a janeiro), diminuindo no período do outono, início do inverno, durante a estação menos chuvosa (março a agosto), onde as temperaturas são mais frias e a pluviosidade diminui (Figura 18). Este pico de produção pode estar associado às menores precipitações ocorridas no período anterior, causando efeito posterior nas plantas que liberam folhas, como relatado por Scoriza e Piña-Rodrigues (2013) em fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua em Sorocaba, SP.

Figura 19 – Serapilheira acumulada em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.



Fonte: De autoria própria.

A Floresta Ombrófila Densa no sul de Santa Catarina, geralmente se localiza sobre solos com baixa fertilidade e a ciclagem de nutrientes assume papel fundamental, tendo a deposição de serapilheira seu valor destacado para a comunidade de organismos decompositores, da qual depende a manutenção da floresta (SANTOS, 1997).

O acúmulo de serapilheira no solo está diretamente relacionado com a atividade decompositora dos micro-organismos que, ao serem afetados em seus processos metabólicos, diminuem sua atividade ocasionando baixo coeficiente de decomposição (SANTOS, 1997).

A serapilheira depois de ser produzida sofre um processo de decomposição com a liberação dos elementos minerais que compõe os tecidos orgânicos (GOLLEY *et al.*, 1978).

O acompanhamento integrado da produção de serapilheira e de sua acumulação sobre o solo permite calcular a taxa de decomposição, ou perda de energia, do compartimento de serapilheira estocado sobre o solo (OLSON, 1963; ANDERSON; SWIFT, 1983).

O coeficiente de decomposição da serapilheira acumulada foi muito alto na Floresta inicial, necessitando de 58 dias para sua renovação, diferindo das Florestas intermediária e avançada que necessitaram, respectivamente, de 126 dias e 121 dias para sua renovação (Tabela 4). Consequentemente, com período inferior a um ano para renovação do material acumulado, o resultado obtido demonstrou alta produção de serapilheira e sua rápida decomposição (OLSON; 1963; MORAES, 2002).

Altos coeficientes de decomposição sugerem um solo fértil com serapilheira de alto valor nutricional, mediada pela composição química, umidade e temperatura do solo favoráveis (HOBBIE; VITOUSEK 2000, MORAES 2002; ZHANG *et al.*, 2014). A decomposição também é favorecida nos períodos úmidos, quando as atividades dos organismos decompositores intensificam esse processo.

Tabela 4 - Estimativa anual de serapilheira produzida e mensal de serapilheira acumulada, quociente de decomposição e tempo médio de renovação do estoque de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária (inicial, intermediária e avançada) na Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da serra Furada, sul de Santa Catarina.

Fase	Serapilheira (Mg.ha ⁻¹)		Coeficiente de decomposição (K)	Renovação (anos)	Renovação (dias)
	Produzida (anual)	Acumulada (mensal)			
Inicial	7,74	1,23	6,28	0,16	58
Intermediária	12,93	4,48	2,89	0,35	126
Avançada	13,69	4,53	3,02	0,33	121

Fonte: De autoria própria.

O processo de decomposição da serapilheira mantém a fertilidade e a produtividade do solo, pois a sua decomposição resulta no acúmulo de matéria orgânica do solo, na liberação de seus nutrientes para a biota e na dissipação de parte do dióxido de carbono (SCHEER, 2008).

MORAES *et al.* (1993) estimaram, para a Floresta Atlântica de encosta, uma produção baixa de serapilheira (3,4 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹), com rápida decomposição. Observaram que a

velocidade de decomposição ainda era maior no período de maior produção, sugerindo ser esta uma estratégia para a conservação de recursos escassos momentaneamente disponíveis.

Desta forma, a comunidade decompositora é regulada por fatores tais como: a disponibilidade de nutrientes e temperatura. A elevação destes, propicia o aumento daquela comunidade, disponibilizando maior quantidade de nutrientes para a vegetação. Assim, a manutenção da floresta depende da manutenção da comunidade decompositora nela residente (SANTOS, 1997).

A comunidade vegetal é muito importante, pois, entre outros fatores, as plantas regulam a fonte de nutrientes para os micro-organismos contribuindo qualitativa e quantitativamente para o acúmulo de matéria orgânica (WARDLE; HUNGRIA, 1994), constituindo o hábitat da comunidade de decompositores que sofrem influência e ao mesmo tempo são responsáveis por uma parcela considerável de sua transformação, onde se sucedem várias gerações de organismos, dependentes do fluxo de energia neste compartimento (DELITTI, 1984). Desta forma, as complexas interações entre os fatores bióticos e abióticos irão determinar o tempo necessário para que a serapilheira seja decomposta e os nutrientes nela contidos sejam liberados (CESAR, 1993).

4 CONCLUSÃO

O estudo evidenciou interesses distintos na produção científica sobre serapilheira na Floresta Atlântica no Brasil, caracterizando as diferentes tendências de pesquisa entre as diferentes classes de estudo. Constatou temáticas diversificadas, principalmente àqueles estudos realizados com a macrofauna edáfica, tanto em número de publicações quanto em grupos abordados.

Foi observado número significativo de artigos publicados e indexados nas três bases de dados. No entanto, diante da riqueza de espécies e diversidade de ecossistemas presentes na Floresta Atlântica salienta-se a necessidade de estudos adicionais, principalmente no que diz respeito à influência dos fatores abióticos sobre a deposição e acúmulo de serapilheira no solo. Por meio da análise bibliométrica ficou demonstrado que as publicações científicas relacionadas à serapilheira em Floresta Atlântica apresenta oscilação, provavelmente, seus maiores registros correspondem aos investimentos e auxílios à pesquisa, principalmente aos Programas de Pós-Graduação.

A escassez de estudos, principalmente sobre a influência dos fatores abióticos sobre a deposição e acúmulo de serapilheira no solo, revela uma tendência de pesquisa por ser um campo pouco explorado no atual cenário científico. Nesse sentido, se espera que os indicadores bibliométricos aqui analisados e discutidos possam contribuir para melhor compreensão das características e tendências da produção científica sobre serapilheira na Floresta Atlântica.

O estudo da produção de serapilheira do Parque Estadual da Serra Furada (PAESF) seguiu o mesmo padrão das florestas Tropicais, ou seja, a fração folhas foi a mais representativa em todos os estágios sucessionais analisados, constituindo a principal fração que comporta os nutrientes que entram no solo e, posteriormente, voltam à planta.

A quantidade de serapilheira depositada foi semelhante nas fases sucessionais intermediária e avançada, diferindo apenas da fase inicial. A mesma condição climática nas três áreas, decorrente da proximidade entre si, indica que não foi fator responsável pela diferença na deposição, significativamente, entre as áreas B e C, e estas diferindo da área A. Desta forma, a composição florística e estrutural da floresta, descritas por Guislon (2017), foi o fator preponderante, pois, as áreas de floresta intermediária e de floresta madura apresentaram características quantitativas (área basal, altura, volume) e qualitativas (riqueza e diversidade) semelhantes entre si e maiores que as observadas na floresta inicial.

O coeficiente de decomposição da serapilheira acumulada foi alto na Floresta inicial, necessitando de 58 dias para sua renovação, enquanto nas Florestas intermediária (126 dias) e

madura (121 dias). No entanto, ficaram acima do esperado para florestas tropicais e, conseqüentemente, com períodos inferiores a um ano para renovação do material acumulado, o que demonstrou alta produção de serapilheira e rápida decomposição.

REFERÊNCIAS

- AERTS, R.; CALUWE, H.; BELTMAN, B. Plant community mediated vs. Nutritional controls on litter decomposition rates in grasslands. **Ecology**, v. 84, n. 12, p. 1398-3208, 2003.
- AGUIAR, A. V.; TABARELLI, M. Edge Effects and Seedling Bank Depletion: The Role Played by the Early Successional Palm *Attalea oleifera* (Arecaceae) in the Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 42, n. 2, p. 158-166, 2010.
- ALMEIDA, C. S. *et al.* The impact of edge effect on termite community (Blattodea: Isoptera) in fragments of Brazilian Atlantic Rainforest. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 3, p. 519-526, 2017.
- ALMEIDA-NETO, M. *et al.* Harvestman (Arachnida: Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect to explain Rapoport's rule? **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 2, p. 361-375, 2006.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- ALVES, F. *et al.* Habitat selection by the endangered, Red-billed Curassow (*Crax blumenbachii*) in an Atlantic Forest remnant. **Emu, Austral Ornithology**, 2017.
- AMARAL, P. H. M. *et al.* Richness and distribution of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in Atlantic Forest streams. **Acta Oecologica**, n. 99, 2019.
- ANDERSON J. M.; SWIFT, M. J. Decomposition in Tropical Forests. *In*: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T. C.; CHADWICK, A. C. (Ed.). **Tropical Rain Forest: Ecology and Management**. Oxford: British Ecological Society, Blackwell Scientific Publications, 1983. p. 287-308.
- ANDRADE, A. C.; FRANZINI, L. D.; MESQUITA, D. O. Assessing the effect of urbanization on tropical forest dwelling teiid lizards. **Ecological Indicators**, n. 99, p. 225-229, 2019.
- APOLINÁRIO, V. X. O. *et al.* Deposition and Decomposition of Signal Grass Pasture Litter under Varying Nitrogen Fertilizer and Stocking Rates. **Agronomy Journal**, v. 105, n. 4, 2013.
- ARATO, H. D. *et al.* Leaf Residue Decomposition of Selected Atlantic Forest Tree Species. **Revista Árvore**, v. 41, n. 3, e410320, 2017.
- ARAÚJO, A. P. A. *et al.* Resource suitability modulating spatial co-occurrence of soil-forager termites (Blattodea: Termitoidea). **Austral Entomology**, v. 56, n. 3, p. 235-243, 2016.
- BACKES, A.; PRATES, F. L.; VIOLA, M. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 155-160, 2004
- BALBINOT, R. *et al.* Vertical distribution of aboveground biomass in a seasonal deciduous forest. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 12, n. 3, p. 361-365, 2017.

- BALIEIRO, F. C. *et al.* Soil carbon and nitrogen in pasture soil reforested with eucalyptus and guachapele. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1253-1260, 2008.
- BATISTA NETO, J. P. *et al.* Banco de Sementes do Solo de uma Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, p. 311-320, 2007.
- BELLINI, B. C.; ZEPPELINI, D. A new species of *Seira* Lubbock (Collembola, Entomobryidae), with a key to the species of Paraíba, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 2, p. 266-271, 2009.
- BERG, B.; MCCLAUGHERTY, C. **Plant Litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration**, Springer, 3. ed. Berlin: Heidelberg, 2014.
- BERNARDO, V. M. O Parque Estadual da Serra Furada. *In*: SANTOS, R. *et al.* **Biodiversidade em Santa Catarina: Parque Estadual da Serra Furada**. Criciúma: Ediunesc, 2016.
- BIANCHIN, J. E. *et al.* Deposição de Fitomassa em Formações Secundárias na Floresta Atlântica do Paraná. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 4, p. 524-533, 2016
- BOEGER, M. R. T.; WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C. B. Leaf nutrient content of tree species from three successional stages of tropical rain forest in south Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, 2005.
- BONANOMI, G. *et al.* Litter quality assessed by solid state ¹³C NMR spectroscopy predicts decay rate better than C/N and lignin/N ratios. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 56, p. 40-48, 2013.
- BRAUN, B. M., BERTASO, T. R. N., PIRES, M. M., SPIES, M. R.; KOTZIAN, C. B. Responses of riffle beetle assemblages to deforestation in a semi-deciduous Atlantic Forest remnant. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 2189-2201, 2018.
- BRAY, R. J.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in ecological research**, London, v. 2, p. 101-157, 1964.
- BRITO, E. F. *et al.* Stable isotope analysis indicates microalgae as the predominant food source of fauna in a coastal forest stream, south-east Brazil. **Austral Ecology**, v. 31, p. 623-633, 2006.
- BRUSCAGIN, R. T. *et al.* Diversity of leaf-litter anurans in a fragmented landscape of the Atlantic Plateau of São Paulo State, southeastern Brazil. **Journal of Natural History**, n. 48, p. 35-36, 2014.
- BRUSCAGIN, R. T. *et al.* Patch size effects on richness, abundance, and diversity. **Salamandra**, v. 53, n. 1, p. 59-65, 2017.
- BUCH, A. C. *et al.* Ecotoxicity of mercury to *Folsomia candida* and *Proisotoma minuta* (Collembola: Isotomidae) in tropical soils: Baseline for ecological risk assessment. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 127, p. 22-29, 2016.

- BUGS, P. S. *et al.* Diversity and population characteristics of terrestrial isopods (Crustacea, Oniscidea) across three forest environments in southern Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 104, n. 3, p. 334-340, 2014.
- CABRAL, T. L. O. *et al.* A CAPES e suas sete décadas: trajetória da Pós-graduação *stricto sensu* no Brasil. **Revista Brasileira de Pós-graduação-RBPG**, Brasília, v. 16, n. 36, p. 1-22, 2020.
- CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Quantificação de serapilheira e de nutrientes: Floresta Ombrófila Mista Montana, Paraná. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.
- CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina, Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.
- CALVI, G. P.; PEREIRA, M. G.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de Floresta Atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 131-138, 2009.
- CAMARA, R. *et al.* Relação entre Sucessão Secundária, Solo e Serapilheira em uma Reserva Biológica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 674-686, 2018.
- CANTARUTTI, R. R. B. *et al.* The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 64, p. 257-271, 2002.
- CAPELLESSO, E. S. *et al.* Effects of forest structure on litter production, soil chemical composition and litter–soil interactions. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, n. 3, p. 329-335, 2016.
- CARBAYO, F.; MATARENSI JUNIOR, O.; JUCÁ, M. Relative and absolute density estimates of land planarians (Platyhelminthes, Tricladida) in urban rainforest patches. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 56, n. 3, p. 27-32, 2016.
- CARDOSO, J. H.; REIS, A. Avaliação preliminar da deposição de serapilheira em estádios secundários da floresta ombrófila densa da encosta atlântica de Santa Catarina. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 47., 1996. Nova Friburgo. **Resumos...** Nova Friburgo: Sociedade Botânica do Brasil, 1996. p. 341.
- CARNEIRO, R. G. *et al.* Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2014.
- CASOTTI, C. G. *et al.* The longer the conditioning, the better the quality? The effects of leaf conditioning time on aquatic hyphomycetes and performance of shredders in a tropical stream. **Aquatic Ecology**, v. 53, p. 163-178, 2019.
- CAVALCANTI, L. H. *et al.* Distribution of *Diachea* (Didymiaceae, Myxomycetes) in the northeastern region of Brazil. **Mycotaxon**, v. 110, n. 1, p. 163-172, 2009.

CESAR, O. *et al.* Estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de uma área de vegetação de Cerrado no município de Corumbataí (estado de São Paulo). **Naturalia**, São Paulo, v. 13, p. 91-101, 1988.

CESAR, O. Nutrientes minerais da serapilheira produzida na mata mesófila semidecídua da fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 4, p. 659-669, 1993.

CLARKE, M.; HORTON, R. **Bringing it all together**: Lancet-Cochrane collaborate on systematic reviews. *Lancet*, 2001.

CLEMENTE-CARVALHO, R. B. G. *et al.* A New Species of Miniaturized Toadlet, Genus *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae), from the Atlantic Forest of Southeastern Brazil. **Herpetologica**, v. 68, n. 3, p. 365-374, 2012.

COOK, D. J., MULROW, C. D., HAYNES, R. B., Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Annals of Internal Medicine**, v. 126, n. 5, p. 376-380, 1997.

CORDEIRO, A. M. *et al.* Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 34, n. 6, p. 428-431, 2007.

CORREA, F. S.; RODRIGUES, L. C. Are leaf-litter anurans with aquatic reproduction affected by distance to forest edge and presence of predators? **Animal Biology**, v. 65, n. 1, p. 33-43, 2015.

CORRÊA, M. R. J. *et al.* Microhabitat structure and food availability modelling a small mammal assemblage in restored riparian forest remnants. **Mammalia**, v. 82, n. 4, p. 315-327, 2017.

COSTA, A. A. A. *et al.* Diversity of myxomycetes in an environmentally protected area of Atlantic Forest in northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 28, n. 3, p. 445-455, 2014.

COSTA, L. *et al.* Influence of *Trichodactylus fluviatilis* on Leaf Breakdown in Streams: Understanding the Role of Freshwater Crabs in Detritus-based Food Webs. **Zoological Studies**, v. 55, n. 54, 2016.

CRUZ, A. C. R.; GUTIÉRREZ, A. H.; GUSMÃO, L. F. P. O gênero *Exserticlava* (Fungo Anamorfo – Hyphomycetes) no Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 2, p. 357-361, 2008.

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient Dynamics within Amazonian Forest Ecosystems. **Oecologia**, v. 68, p. 466-472, 1986.

CUNHA NETO, F. V. *et al.* Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 379-387, 2013.

CUNHA, G. C. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma floresta estacional do Rio Grande do Sul**. 86 f. 1997. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1997.

CUNHA, G. M. *et al.* Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas da mata atlântica na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 33, p. 1175-1185, 2009.

CUNHA, G.C. *et al.* Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 35-64, 1993.

CUSTÓDIO FILHO, A. *et al.* Produção de serapilheira e o retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica: estação biológica de Boracéia, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 1-16, 1996.

DALL'ALBA, J. L. **Colonos e mineiros no grande Orleans**. Orleans: Instituto São José, 1986.

DALL'ALBA, J. L. **Pioneiros nas terras dos condes**. Orleans: Gráfica do Lelo, 2003.

DELITTI, W. B. C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* (Mogi-Guaçu, SP)**. 299 f. 1984. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

DICKOW, K. M. C. *et al.* Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma floresta subtropical secundária, em Antonina, PR. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 75-86, 2012.

DIONISIO-DA-SILVA, W.; LIRA, A. F. A.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Distinct edge effects and reproductive periods of sympatric litter-dwelling scorpions (Arachnida: Scorpiones) in a Brazilian Atlantic Forest. **Zoology**, n. 129, p. 17-24, 2018.

DIXON-WOODS, M. *et al.* Synthesising qualitative and quantitative evidence: a review of possible methods. **Journal of Health Services Research and Policy**, v. 10, n. 1, p. 45-53, 2005.

DOMINGOS, M. *et al.* Produção de serapilheira e retorno de nutrientes em um trecho de Mata Atlântica secundária, na Reserva Biológica de Paranapiacaba, SP. **Brazilian Journal of Botany**, v. 20, n. 1, p. 91-96, 1997.

DOMINGOS, M. *et al.* Produção de serapilheira na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea**, v. 17, p. 47-58, 1990.

DUARTE, E. M. G. *et al.* Decomposition and nutrient release in leaves of Atlantic Rainforest tree species used in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 87, n. 4, p. 835-847, 2013.

DUFFY, J. E. Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. **Oikos**, v. 99, p. 201-219, 2002.

EISENBEIS G.; WICHARD, W. **Atlas on the biology of soil arthropods**. Berlin: Springer-Verlag, 1987.

- ELIAS, G. A. *et al.* Arecaceae: análise bibliométrica das espécies nativas do estado de Santa Catarina, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 1, p. 85-92, 2015.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; CIRAM. Centro de Informação de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. **Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense** – UPR 8. Florianópolis: EPAGRI/CIRAM, 2001.
- ERMILOV, S. G. *et al.* The Oribatid Mite Genus *Lopholiodes* (Acari, Oribatida) with Description of a New Species. **Neotropical Entomology**, v. 44, n. 6, p. 580-587, 2015.
- ESTEVEZ, K. E. *et al.* Organization of fish assemblages in blackwater Atlantic Forest streams. **Neotropical Ichthyology**, v. 17, n. 1, e180120, 2019.
- EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, London, v. 64, p. 293-308, 1976.
- FATMA. Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra Furada: Plano Básico: Projeto de Proteção da Mata Atlântica em Santa Catarina (PPMA-SC)**. Florianópolis: Socioambiental Consultores Associados, 2010.
- FERNANDES, T. T. *et al.* Ant Occupation of Twigs in the Leaf Litter of the Atlantic Forest: Influence of the Environment and External Twig Structure. **Tropical Conservation Science**, v. 12, p. 1-9, 2019a.
- FERNANDES, T. T. *et al.* Ants that frequently colonize twigs in the leaf litter of different vegetation habitats. **Sociobiology**, v. 65, n. 2, p. 340-344, 2018.
- FERNANDES, T. T. *et al.* Winged ants (Hymenoptera: Formicidae) presence in twigs on the leaf litter of Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 3, e20180694, 2019b.
- FERRACIN, T. P. *et al.* Passive restoration of Atlantic Forest following *Pinus taeda* harvesting in Southern Brazil. **Restoration Ecology**, v. 21, n. 6, p. 770-776, 2013.
- FERREIRA, M. L. *et al.* Air contaminants and litter fall decomposition in urban forest areas: The case of São Paulo - SP, Brazil. **Environmental Research**, v. 155, p. 314-320, 2017.
- FERREIRA, M. L. *et al.* Litter fall production and decomposition in a fragment of secondary Atlantic Forest of São Paulo, SP, southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 38, n. 4, p. 591-600, 2014.
- FIGUEIREDO FILHO, A. *et al.* Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Paraná. **Revista Ciência Florestal**, v. 13, p. 11-18, 2003.
- FIGUEIRÓ, A. S. **Mudanças ambientais na interface floresta: cidade e propagação de efeito de borda no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ.** 2005. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- FILIPPO, D. F. M. T. Bibliometria: importancia de los indicadores bibliométricos. *In:* ALBORNOZ, M. (Ed.). **El estado de la ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos/Interamericanos.** Buenos Aires: Artes Gráficas Integradas, 2002.

FIUZA, P. O. *et al.* Ingoldian fungi of Brazil: some new records and a review including a checklist and a key. **Phytotaxa**, v. 306, n. 3, 171-200, 2017.

FLOR, I. C.; SANTOS, R.; HARTE-MARQUES, B. Litterfall at different successional stages in a tropical rain forest in southern Brazil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 494-502, 2017.

FRAGA, M. E.; PEREIRA, M. G. Diversidade de Trichocomaceae isolada de solo e serrapilheira de Floresta Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 405-413, 2012.

FREIRE, R. A. P.; MORAES, G. J. Description of a new species of *Cosmolaelaps berlese* (Acari: Laelapidae, Hypoaspidae) from Brazil and its biological cycle. **International Journal of Acarology**, v. 33, n. 4, p. 353-358, 2007.

FREITAS, J. M. S.; DELABIE, J. H. C.; LACAU, S. Composition and Diversity of Ant Species into Leaf Litter of Two Fragments of a SemiDeciduous Seasonal Forest in the Atlantic Forest Biome in Barra do Choça, Bahia, Brazil. **Sociobiology**, v. 6, p.9-20, 2014.

GIARETTA *et al.* Food habits and ontogenetic diet shifts of the litter dwelling frog *Proceratophrys boiei* (Wied). **Revista Brasileira Zoologia**, v. 15, n. 2, p. 385-388, 1998.

GOHR, C. F. *et al.* Um método para a revisão sistemática da literatura em pesquisas de Engenharia de Produção. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 33., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: ABEPRO, 2013. p. 1-18. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_sto_186_058_22376.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.

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

GOLLEY, F. B. **Tropical rain forest ecosystems: structure and function**. Amsterdam: Elsevier, 1983.

GRAÇA, M. A. S. *et al.* Macroinvertebrate identity, not diversity, differed across patches differing in substrate particle size and leaf litter packs in low order, tropical Atlantic Forest streams. **Limnetica**, v. 34, n. 1, p. 29-40, 2015.

GUISLON, A. V. **Comunidade Arbórea e Histórico de Ocupação Humana em uma Floresta Ombrófila Densa Montana no Sul do Brasil**. 2017. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

GUISLON, A. V. *et al.* Histórico de Uso e Ocupação da Floresta Atlântica em uma Unidade de Conservação no Sul do Brasil. **Fronteiras, Journal of Social Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 47-64, 2017.

GUO, Y. *et al.* Predominance of abiotic drivers in the relationship between species diversity and litterfall production in a tropical karst seasonal rainforest. **Ecological Research**, v. 449, p. 1-9, 2019.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985.

- HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. *In*: CADISH, G., GILLER, K.E. (Ed.). **Driven by Nature**: Plantlitter quality and decomposition. Wallingford: CAB International, 1997. p. 3-45.
- HEIM, A.; FREY, B. Early stage litter decomposition rates for Swiss forests. **Biogeochemistry**, v. 70, n. 3, p. 299-313, 2004.
- HEPP, L. U. *et al.* Influence of land-use on structural and functional macroinvertebrate composition communities associated on detritus in Subtropical Atlantic Forest streams. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 28, n. 3, 2016.
- HERRERA, R. *et al.* How human activities disturb the nutrient cycles of a tropical rain forest **Ambio**, v. 10, n. 2-3, p. 109-14, 1981.
- HINKEL, R.; PANITZ, C. M. N. Estudo comparativo de serapilheira de uma área de Mata Atlântica e de um povoamento de *Pinus elliotti* Engelm. var. *elliotti* na Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 1, n. 12, p. 67-93, 1999.
- HIRSCH, B. T. Spatial position and feeding success in ring-tailed coatis. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 2010.
- HOBBIE, S. E. Effects of plant species on nutrient cycling. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 7, n. 10, p. 336-339, 1992.
- HOBBIE, S. E.; VITOUSEK, P. M. Nutrient limitation of decomposition in Hawaiian Forests. **Ecology**, v. 81, n. 7, p. 1867-1877, 2000.
- HUAMANTINCO, A. A.; NESSIMIAN, J. L. Variation and life strategies of the Trichoptera (Insecta) larvae community in a first order tributary of the Paquequer River, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 1, p. 73-82, 1997.
- HUBER, B. A. Spider diversity and endemism in a South American hotspot: 20 new species of Carapoia (Araneae: Pholcidae) from Brazil's Atlantic Forest. **Zootaxa**, 2016.
- HUBER, B. A. The South American spider genera Mesabolivar and Carapoia (Araneae, Pholcidae): new species and a framework for redrawing generic limits. **Zootaxa**, 2018.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
- INKOTTE, J. *et al.* Methods of evaluation of nutrient cycling in the Cerrado biome: a systematic review. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 988-1003, 2019.
- JACOB M. *et al.* Leaf litter decomposition in temperate deciduous forest stands with a decreasing fraction of beech (*Fagus sylvatica*). **Oecologia**, v. 164, p. 1083-1094, 2010.
- JESUS JATOBA, L. *et al.* Allelopathy of Bracken Fern (*Pteridium arachnoideum*): new evidence from green fronds, litter, and soil. **Plos ONE**, v. 11, n. 8, 2016.

JOHNSON, A. H.; RICHTER, S. L. Organic-Horizon Lead, Copper, and Zinc Contents of Mid-Atlantic Forest Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 74, n. 3, p. 1001-1009, 2010.

JUNCÁ, F. A. Diversidade e uso de hábitat por anfíbios anuros em duas localidades de Mata Atlântica, no norte do estado da Bahia. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, 2006.

KINDEL, A. **A fragmentação real: heterogeneidade de remanescentes florestais e valor indicador das formas de húmus**. 2001. 188p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

KLEIN, R. M. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. *In*: REITZ, R. (Ed.) **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

KÖHLER, L.; HÖLSCHER, D.; LEUSCHNER, C. High litterfall in old-growth and secondary upper montane forest of Costa Rica. **Plant Ecology**, Perth, v. 199, p. 163-173, 2008.

KURZATKOWSK, D. *et al.* Litter decomposition, microbial biomass and activity of soil organisms in three agroforestry sites in central Amazonia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 69, p. 257-267, 2004.

LANUZA, O. *et al.* Litterfall and nutrient dynamics shift in tropical forest restoration sites after a decade of recovery. **Biotropica**, v. 50, n. 3, 2018.

LAURANCE, W. F. *et al.* Rain Forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**, v. 79, p. 2032-2040, 1998.

LAURANCE, W. F. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. **Biological Conservation**, v. 141, n. 7, p. 1731-1744, 2008.

LAVELLE, P. *et al.* A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, Washington, v. 25, n. 2, p. 130-150, 1993.

LIMON, S. H.; HOSSAIN, M.; SPIECKER, H. Nutrients leaching from green leaves of three potential agroforestry tree species. **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 2, p. 389-395, 2018.

LIRA, A. F. A. *et al.* Linking scorpion (Arachnida: Scorpiones) assemblage with fragment restoration in the Brazilian Atlantic Forest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 53, n. 2, p. 107-112, 2017.

LIRA, A. F. A.; ARAÚJO, V. L. N.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Predation of a scorpion (Scorpiones: Buthidae) by an assassin bug (Heteroptera: Reduviidae) in the Brazilian Atlantic Forest. **Turkish Journal of Zoology**, n. 40, p. 294-296, 2016.

LISBOA, C. M. C. A. *et al.* Diet of *Amphisbaena heathi* Schmidt, 1936 (Squamata: Amphisbaenidae) from Remnants of the Atlantic Forest, Northeastern Brazil, with Notes on Distribution, Diagnosis and Conservation. **South American Journal of Herpetology**, v. 11, n. 1, p. 12-17, 2016.

- LORENZO, L.; CAMPAGNARO, V. H. Litterfall production as a function of planting seedlings system in a two years forest restoration area in the coastalplain of Caraguatatuba, São Paulo, Brazil. **Revista Árvore**, v. 41, n. 3, :e410319, 2017.
- LOWMAN, M. D. Litterfall and leaf decay in three Australian rainforest formations. **Journal of Ecology**, v. 76, p. 451-465, 1988.
- LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Produção e decomposição de liteira em Floresta de Terra Firme da Amazônia Central. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 1, p. 575-600, 1986.
- MACHADO, D. L. *et al.* M. Ciclagem de nutrientes em diferentes estágios sucessionais da Mata Atlântica na bacia do Rio Paraíba do Sul, RJ. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 4, p. 1222-1237, 2015.
- MACHADO, D. L. *et al.* Organic Matter and Soil Fertility in Different Successional. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 1, p. 179-188, 2019.
- MACHADO, M. R.; RODRIGUES, F. C. M. P.; PEREIRA, M. G. Produção de Serapilheira como Bioindicador de Recuperação em Plantio Adensado de Revegetação. **Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 143-151, 2008.
- MAGALHÃES, D. M. A. *et al.* Anamorphic fungi of the Atlantic Forest of southern Bahia: new records and *Dactylaria pseudomanifesta*. **Mycotaxon**, v. 128, n. 1, p. 185-194, 2014.
- MAIA-CARNEIRO, T. *et al.* Feeding habits, microhabitat use, and daily activity period of *Rhinella ornata* (Anura, Bufonidae) from three Atlantic rainforest remnants in southeastern Brazil. **North-Western Journal of Zoology**, v. 9, n. 1, p. 157-165.
- MARAFIGA, J. S. *et al.* Deposição de nutrientes pela serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 765-771, 2012.
- MARTINELLI, L. A.; LINS, S. R. M.; SANTOS-SILVA, J. C. Fine litterfall in the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 49, n. 4, p. 443-451, 2017.
- MARTINELLO, C. M.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R. Produção de serapilheira das lianas de um remanescente de Mata Atlântica na microbacia do rio Novo, Orleans, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 12, n. 1, p. 49-65, 1999.
- MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p. 405-412, 1999.
- MARTIUS, C. *et al.* Litter fall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 68, p. 137-154, 2004.
- MATEUS, F. A. *et al.* 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.

- MEGURO, M., VINUEZA, G. N.; DELITTI, B. C. Ciclagem de nutrientes minerais na Mata Mesófila secundária, São Paulo: I Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 7, p. 11-31, 1979.
- MELO, G. *et al.* Microhabitat of small mammals at ground and understory levels in a deciduous, southern Atlantic Forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 2, p. 727-736, 2013.
- MELONI, F.; VARANDA, E. M. Litter and soil arthropod colonization in reforested semi-deciduous seasonal Atlantic forests. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 5, p. 690-697, 2015.
- MENDONÇA, M. C.; FERNANDES, L. H. A new genus and a new species of *Pseudachorutini* from the southeastern Brazil (Collembola, Neanuridae, Pseudachorutinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 699-701, 2005.
- MIRANDA, C. C.; CANELLAS, L. P.; NASCIMENTO, M. T. Caracterização da Matéria Orgânica do Solo em Fragmentos de Mata Atlântica e em Plantios Abandonados de Eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 905-916, 2007.
- MMA. Ministério do meio Ambiente. **Inventário Florestal Nacional: principais resultados - Santa Catarina**. Brasília: MMA, 2018.
- MOLLO NETO, A. *et al.* Reproductive biology and geographic variation of *Zachaeus carvalhoi* (Anura: Cycloramphidae), a Brazilian Atlantic Forest frog. **Phyllomedusa: Journal of Herpetology**, v. 15, n. 2, 2016.
- MONTEIRO, M. T.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 819-826, 2004.
- MORAES, R. M. Ciclagem de nutrientes na floresta do PEFI: produção e decomposição da serapilheira. In: BICUDO, D.; FORTI, M.; BICUDO, C, (Ed.). **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2002. p.133-142.
- MORAES, R. M. *et al.* Serapilheira acumulada em um trecho de mata atlântica de encosta, no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 3., 1993, São Paulo. **Anais ... Serra Negra: Academia de Ciências do Estado de São Paulo**, 1993. p. 95-99.
- MORAIS, J. W. *et al.* Mesofauna. In: MOREIRA, F. M. S. *et al.* **O Ecossistema Solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: UFLA, 2018.
- MORELLATO, L. P. C. Nutrient cycling in two Southeast Brazilian forest. Litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, p. 205-215, 1992.
- MOULTON, T. P.; ANDRADE, C. M.; LIMA, V. N. The outcome of an exclusion experiment depends on the method: shrimps, shredders and leaf breakdown in a tropical stream. **Freshwater Science**, v. 38, n. 1, 2019.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New Jersey: The blackburn Press, 2002.

- NASCIMENTO, A. F. J. *et al.* Produção e aporte de carbono, nitrogênio e fósforo na serapilheira foliar do Parque Nacional Serra de Itabaiana. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 35-46, 2018.
- OLIVEIRA, J. C. F. *et al.* Environmental humidity and leaf-litter depth affecting ecological parameters of a leaf-litter frog community in an Atlantic Rainforest area. **Journal of Natural History**, n. 47, p. 31-32, 2013.
- OLIVEIRA, M. V. *et al.* Ninhos de *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae) podem afetar a estrutura da assembleia de artrópodes do solo na Mata Atlântica. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 108, 2018.
- OLIVEIRA, R. A. C.; MARQUES, R.; MARQUES, M. C. M. Plant diversity and local environmental conditions indirectly affect litter decomposition in a tropical forest. **Applied Soil Ecology**, v. 134, p. 45- 53, 2018.
- OLIVEIRA, R.; LACERDA, L. D. Produção e composição química da serapilheira na Floresta da Tijuca (RJ). **Revista brasileira de Botânica**, v. 16, p. 93-99, 1993.
- OLIVEIRA, T. J. F. *et al.* 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.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 11-26, 1997.
- OLSON, J. S. Energy Storage and the Balance of Producers and Decomposers in Ecological Systems. **Ecology**, v. 44, n. 2, p. 322-330, 1963.
- OSBORNE, B. B. *et al.* Leaf litter inputs reinforce islands of nitrogen fertility in a lowland tropical forest. **Biogeochemistry**, v. 147, p. 293-306, 2020.
- PAGANO, S. N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, p. 633-639. 1989.
- PEGORARO, R. F. *et al.* Abundância natural de 15n e formas de nitrogênio em Argissolo cultivado com eucalipto e acácia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 295-305, 2016.
- PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T.; SCHULTZ, N. Aporte e decomposição da serapilheira na Floresta Atlântica, Ilha da Marambaia, Mangaratiba, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 443-454, 2008.
- PEREIRA, M. R.; SPERBER, C. F.; LHANO, M. G. First report and three new species of *Amanayara* (Orthoptera: Grylloidea) in Minas Gerais State, Brazil. **Zootaxa**, n. 2542, p. 1-17, 2010.
- PÉREZ-ANDRÉS, C. *et al.* Estudio bibliométrico de los artículos originales de la Revista Española de Salud Pública (1991-2000): Parte Primera: indicadores generales. **Revista Española de Salud Pública**, v. 76, n. 6, p. 659-672, 2002.

PERINI, M.; DIAS, H. M.; KUNZ, S. H. The Role of Environmental Heterogeneity in the Seed Rain Pattern. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 1, e20180406, 2019.

PEZZATO, A. W.; WISNIEWSKI, C. Produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual no oeste do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 111-120, 2006.

PFENNING, L. H. Fungos do solo. *In*: MOREIRA, F. M. S. *et al.* **O Ecossistema Solo**. Lavras: UFLA, 2018.

PIE, M. R. *et al.* A new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from southern Brazil. **PeerJ**, n. 6, 2018.

PINTO, C. B.; MARQUES, R. Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Atlântica. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 3, p. 257-264, 2003.

PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. Size and lipid content of nonmyrmecochorous diaspores: effects on the interaction with litter-foraging ants in the Atlantic rain forest of Brazil. **Plant Ecology**, v. 157, n. 1, p. 37-52, 2001.

PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. The Use of Fruits and Seeds by Ants in the Atlantic Forest of Southeast Brazil. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 851-861, 2000.

POMBAL JUNIOR, J. Oviposition and development of pumpkin toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Spix) (Anura, Brachycephalidae). **Revista Brasileira Zoologia**, v. 16, n. 4, 1999.

PORTES, M. C. G. O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhagava, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 26, n. 1/2, p. 3-10, 1996.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo**: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2. ed. São Paulo: Expressão popular, 2016. 205p.

PROCTOR, J. *et al.* Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. II. Litterfall, litter standing crop and preliminary observation on herbivory. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 71, n. 1, p. 261-283, 1983.

PUPIN, B.; NAHAS, E. Microbial populations and activities of mangrove, restinga and Atlantic Forest soils from Cardoso Island, Brazil. **Journal of Applied Microbiology**, v. 116, n. 4, p. 851-864, 2014.

REZENDE, R. S. *et al.* Organic matter dynamics in a savanna transition riparian zone: input of plant reproductive parts increases leaf breakdown process. **Journal of Limnology**, v. 76, n. 3, 2017.

RIGGS, C. E. *et al.* Contrasting effects of plant species traits and moisture on the decomposition of multiple litter fractions. **Oecologia**, Berlin, v. 179, n. 2, p. 573-584, 2015.

ROCHA *et al.* Estimates of forest floor litter frog communities: A comparison of two methods. **Austral Ecology**, v. 26, p. 14-21, 2001.

- ROCHA, A. A. **Deposição de fitomassa e nutrientes, acumulação e decomposição de serapilheira em três tipologias da Floresta Atlântica, Paranaguá, PR.** 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- ROCHA, C. F. D. *et al.* A survey of the leaf-litter frog assembly from an Atlantic Forest area (Reserva Ecológica de Guapiaçu) in Rio de Janeiro State, Brazil, with an estimate of frog densities. **Tropical Zoology**, n. 20, p. 99-108, 2007.
- ROCHA, C. F. D. *et al.* The leaf-litter frog community from Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, Rio de Janeiro State, Southeastern Brazil: species richness, composition and densities. **North-Western Journal of Zoology**, v. 9, n. 1, p. 151-156, 2013.
- ROCHA, M. D. S.; RODRIGUES, E. N. L.; FERLA, N. J. New species and records of *Cunaxid mites* (Acari: Cunaxidae) from soil in Southern Brazil. **Zootaxa**, n. 1, p. 56-70, 2015.
- SALOMÃO, R. P. *et al.* Effects of environmental parameters on beetle assemblage in a fragmented tropical rainforest of South America. **Journal of Insect Conservation**, v. 23, n. 1, p. 111-121, 2019.
- SANCHES, L. *et al.* Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 183-189, 2009.
- SANTA CATARINA. **Decreto N. 5.165**, de 21 de junho de 1978: Cria a Reserva Biológica do Aguai, no Município de Orleans. Disponível em: <http://www.pge.sc.gov.br/index.php/legislacao-estadual-pge>. Acesso em: 3 mar. 2020.
- SANTA CATARINA. **Decreto No 11.233**, de 20 de junho de 1980. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1980/dec_11233_1980_parqueestadualserrafurada_sc_rev_g_dec_5165_1978.pdf. Acesso em: 3 mar. 2020.
- SANTA CATARINA. **Lei n. 1464**, de 28 de abril de 1956. Declara de utilidade pública uma área de terra no município de Orleans. Constituição do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <http://leis.alesc.sc.gov.br/PesquisaDocumentos.asp>. Acesso em: 3 mar. 2020.
- SANTOS NETO, A. P. *et al.* A. Produção de serapilheira em Floresta Estacional Semidecidual e em plantios de *Pterogyne nitens* Tul. e *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake no Sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 633-643, 2015.
- SANTOS, I. G. A.; RODRIGUES, G. G. Colonização de macroinvertebrados bentônicos em detritos foliares em um riacho de primeira ordem na Floresta Atlântica do nordeste brasileiro. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 105, n. 1, p. 84-93, 2015.
- SANTOS, R. N. Produção científica: por que medir? O que medir? **RDBCI**, v. 1, n. 1, p. 22-38, 2003.
- SANTOS, R. **Produção de serrapilheira e decomposição foliar em um remanescente de Mata Atlântica, Orleans, SC.** 1997. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997
- SANTOS, V. D. **Ciclagem de nutrientes minerais em mata tropical subcaducifolia dos planaltos do Paraná (Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, Fenix, PR).** 1989. 387

p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1989.

SARIYILDIZ, T.; ANDERSON, J. M. Decomposition of sun and shade leaves from three deciduous tree species, as affected by their chemical composition. **Biology and Fertility of Soils**, v. 37, p. 137-146, 2003

SARIYILDIZ, T.; ANDERSON, J. M.; KUCUK, M. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, n. 9, p. 1695-1706, 2005.

SAZIMA, I. Uncovering titbits for the ladies: Dusky-legged Guan males stomp out food for their females. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 3, p. 315-318, 2015.

SCHEER, M. B. **Ciclagem de nutrientes em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em regeneração Guaraqueçaba, PR**. 2006. 155 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes na serapilheira foliar em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Revista Floresta**, v. 38, n. 2, p. 253-266, 2008.

SCHILLING, E. M. *et al.* Forest composition modifies litter dynamics and decomposition in regenerating tropical dry forest. **Oecologia**, v. 182, n. 1, p. 287-297, 2016.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H. *et al.* Interaction between the mineral content and the occurrence number of aquatic fungi in leaves submerged in a stream in the Atlantic rainforest, São Paulo, Brazil. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 133-139, 1992.

SCHUMACHER, M. V. *et al.* Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Berton) Kuntze. no município de Pinhal Grande, RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004.

SCORIZA, R. N.; CORREIA, M. E. F.; SILVA, E. M. R. The litter stock is effective as an environmental indicator in forest fragments slope? **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 79-85, 2017.

SCORIZA, R. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Aporte de serapilheira como indicador ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 634-640, 2013.

SELAU, M. S. A colônia de Grão-Pará e a origem da comunidade polonesa do Chapadão. *In*: SOUZA, C. O.; ZWIEREWICZ, M. (Coord.). **Da 'Polska' à terra prometida: o legado polonês em Santa Catarina e um tributo à comunidade do Chapadão**, Orleans. Florianópolis: Insular, 2009. p. 119-133.

SILVA, C. J. *et al.* Contribuição de folhas na formação da serapilheira e do retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 3, p. 591-600, 2009.

SLUYS, V. M. *et al.* Ecological parameters of the leaf-litter frog community of an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro state, Brazil. **Austral Ecology**, v. 32, n. 3, p. 254-260, 2007.

- STEINICKE, H. *et al.* Morphological shifts in populations of generalist and specialist amphibians in response to fragmentation of the Brazilian Atlantic Forest. **Nature Conservation**, n. 13, p. 47-59, 2015.
- TEIXEIRA, D. C.; LACERDA, L. D.; SILVA-FILHO. Mercury sequestration by rainforests: The influence of microclimate and different successional stages. **Chemosphere**, v. 168, p. 1186-1193, 2017.
- TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G. Dinâmica da deposição de serrapilheira em florestas secundárias do município de Pinheiral, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 39-46, 2004.
- 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**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 9-16, 2002.
- VARJABEDIAN, R.; PAGANO, S. N. Produção e decomposição de folheto em um trecho de Mata Atlântica de encosta no município do Guarujá, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v. 2, p. 243-256, 1987.
- VIBRANS, A. C. *et al.* Análise estatística do IFFSC e estimativas dendrométricas. *In*: VIBRANS, A. C. *et al.* (Ed.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: diversidade e conservação dos remanescentes florestais**. Blumenau: Edifurb, 2012b. p. 79-95.
- VIBRANS, A. C. *et al.* Extensão original e remanescentes da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. *In*: VIBRANS, A. C. *et al.* (Ed.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Floresta Estacional Decidual**. Blumenau: Edifurb, 2012a. p. 25-31.
- VIBRANS, A. C. *et al.* Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Estacional Decidual. **Rodriguésia**, v. 64, n. 3, p. 427-443, 2013b.
- VIBRANS, A. C. *et al.* Using satellite image-based maps and ground inventory data to estimate the area of the remaining Atlantic Forest in the Brazilian state of Santa Catarina. **Remote Sensing of Environment**, n. 130, p. 87-95, 2013a.
- VIDAL, M. M. *et al.* Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 521-532, 2007.
- VILLANOVA, P. H. *et al.* Carbon Stock Growth in a Secondary Atlantic Forest. **Revista Árvore**, v. 43, n. 4, e430402, 2019.
- VILLELA, D. *et al.* Carbon and Nitrogen Stock and Fluxes in Coastal Atlantic Forest of Southeast Brazil: Potential Impacts of Climate Change on Biogeochemical Functioning. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 633-642, 2012.
- VITOUSEK, P. M. *et al.* Litter decomposition on the Mauna Loa environmental matrix, Hawaii: patterns, mechanisms, and models [J]. **Ecology**, v. 75, n. 2, p. 418-429, 1994.
- VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRÜBY, P. Avaliação da devolução de serapilheira em uma Floresta Estacional Decidual, em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 187-196, 2007.

- WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 195-198, 2001.
- WRIGHT, S. J.; CORNEJO, F. H. Seasonal drought and leaf fall in a tropical forest. **Ecology**, v. 71, n. 3, p. 1165-1175, 1990.
- XAVIER, D. F. *et al.* Dinâmica da serapilheira em pastagens de braquiária em sistema silvipastoril e monocultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1214-1219, 2011.
- XAVIER, D. F. *et al.* Nitrogen cycling in a Brachiaria-based silvopastoral system in the Atlantic forest region of Minas Gerais, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 99, p. 45-62, 2014.
- XIAOGAI, G. *et al.* Effect of litter substrate quality and soil nutrients on forest litter decomposition: a review. **Acta Ecologica Sinica**, v. 3, n. 2, p. 102-108, 2013.
- ZAMPROGNO, C.; ZAMPROGNO, M. G. F.; TEIXEIRA, R. L. Evidence of Terrestrial feeding in the arboreal lizard *Enyalius bilineatus* (sauria, polychrotidae) of south-eastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 1, p. 91-94, 2001.
- ZEPPELINI, D.; BRITO, R. A. Two New Species of Pararrhopalites (Collembola: Symphyleona: Sminthuridae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 4, p. 1733-1744, 2014
- ZHANG, H. *et al.* Seasonal patterns of litterfall in forest ecosystem worldwide. **Ecological Complexity**, v. 20, p. 240-247, 2014.
- ZHANG, Q.; LIANG, Y. Effects of gap size on nutrient release from decomposing plant litter decomposition in a natural forest ecosystem. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 25, p. 1627-1638, 1995.
- ZHOU, Y. *et al.* Litter decomposition and soil microbial community composition in three Korean pine (*Pinus koraiensis*) forests along an altitudinal gradient. **Plant Soil**, v. 386, p. 171-183, 2015.

APÊNDICES

Apêndice A - Produção mensal de serapilheira na fase sucessional inicial da Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.

Mês/ano	Serapilheira produzida (kg.ha ⁻¹)				
	Folhas	Ramos	Estruturas Reprodutivas	Miscelânea	Total
maio/14	395,42 ±9,4	179,30 ±8,6	98,12 ±3,4	6,78 ±0,5	679,62 ±16,1
junho/14	336,32 ±6,9	176,94 ±7,8	82,26 ±3,5	10,16 ±0,6	605,68 ±15,1
julho/14	283,10 ±3,4	101,60 ±4,0	67,46 ±3,4	2,20 ±0,1	454,36 ±7,5
agosto/14	268,36 ±5,1	122,58 ±4,6	100,24 ±3,1	4,68 ±0,4	495,86 ±10,7
setembro/14	403,52 ±7,8	91,18 ±4,2	98,06 ±3,1	9,86 ±0,5	602,62 ±12,2
outubro/14	493,36 ±15,3	100,50 ±4,4	128,70 ±2,1	11,88 ±0,5	734,44 ±18,0
novembro/14	572,06 ±13,3	126,18 ±3,3	142,16 ±2,2	10,12 ±0,5	850,52 ±14,4
dezembro/14	518,36 ±11,2	74,36 ±3,4	55,50 ±3,3	10,12 ±0,6	658,34 ±14,1
janeiro/15	529,70 ±12,2	136,92 ±5,0	67,22 ±3,4	11,88 ±0,7	745,72 ±16,8
fevereiro/15	500,08 ±10,1	74,98 ±3,5	60,52 ±3,3	22,72 ±0,8	658,30 ±12,8
março/15	465,14 ±10,3	106,14 ±3,8	66,76 ±5,8	10,90 ±0,5	648,94 ±14,6
abril/15	435,24 ±12,2	91,24 ±3,7	56,00 ±4,0	18,34 ±0,7	600,82 ±14,9
Total	5.200,66	1.381,92	1.023,00	129,64	7.735,22

Fonte: De autoria própria.

Apêndice B - Produção mensal de serapilheira na fase sucessional intermediária da Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.

Mês/ano	Serapilheira produzida (kg.ha ⁻¹)				
	Folhas	Ramos	Estruturas Reprodutivas	Miscelânea	Total
maio/14	463,70 ±11,4	393,02 ±11,3	164,58 ±3,2	30,88 ±0,8	1052,18 ±21,1
junho/14	717,94 ±16,3	689,54 ±36,5	156,40 ±2,1	37,18 ±0,7	1601,06 ±44,0
julho/14	468,40 ±10,3	208,04 ±7,8	56,66 ±3,4	10,20 ±0,5	743,30 ±13,1
agosto/14	570,22 ±7,1	343,36 ±7,0	148,46 ±0,4	25,74 ±0,7	1087,78 ±8,0
setembro/14	1.007,98 ±11,9	290,12 ±7,2	136,06 ±1,7	33,48 ±0,9	1467,64 ±15,0
outubro/14	970,02 ±17,3	268,70 ±5,8	164,40 ±1,2	54,18 ±0,8	1457,30 ±20,1
novembro/14	764,04 ±7,4	190,02 ±3,3	169,92 ±2,1	43,82 ±0,9	1167,80 ±8,7
dezembro/14	604,12 ±8,2	183,62 ±6,8	127,20 ±4,0	14,42 ±0,5	929,36 ±13,0
janeiro/15	615,70 ±11,0	217,80 ±5,0	138,42 ±3,9	21,60 ±0,8	993,52 ±15,3
fevereiro/15	611,42 ±25,2	154,32 ±3,8	126,28 ±3,9	19,34 ±0,8	911,36 ±23,4
março/15	466,58 ±7,4	176,42 ±1,8	105,16 ±4,9	17,12 ±0,8	765,28 ±9,7
abril/15	448,54 ±9,0	166,46 ±4,3	120,82 ±3,2	16,10 ±0,4	751,92 ±11,1
Total	7.708,66	3.281,42	1.614,36	324,06	12.928,50

Fonte: De autoria própria.

Apêndice C - Produção mensal de serapilheira na fase sucessional avançada da Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.

Mês/ano	Serapilheira produzida (kg.ha ⁻¹)				
	Folhas	Ramos	Estruturas Reprodutivas	Miscelânea	Total
maio/14	539,74 ±10,6	509,42 ±22,6	152,58 ±4,4	31,66 ±0,6	1.233,40 ±24,8
junho/14	773,36 ±8,6	422,98 ±12,4	164,76 ±1,9	53,48 ±0,7	1.414,58 ±15,5
julho/14	534,48 ±7,0	167,86 ±2,2	94,74 ±3,7	10,80 ±0,3	807,88 ±8,6
agosto/14	1.027,44 ±14,8	407,26 ±9,9	169,08 ±2,6	11,32 ±0,7	1.615,10 ±20,6
setembro/14	992,20 ±9,6	453,76 ±12,8	140,38 ±2,5	44,70 ±0,9	1631,04 ±15,7
outubro/14	1.094,68 ±15,9	238,90 ±3,6	149,14 ±1,0	56,52 ±0,8	1.539,24 ±16,5
novembro/14	843,64 ±12,6	193,10 ±2,9	159,24 ±2,3	58,40 ±0,7	1.254,38 ±13,0
dezembro/14	609,84 ±11,3	201,54 ±6,0	159,32 ±6,5	17,54 ±0,8	988,24 ±17,4
janeiro/15	642,30 ±8,6	216,64 ±6,5	169,66 ±8,3	21,78 ±0,6	1.050,38 ±13,4
fevereiro/15	426,40 ±6,1	145,50 ±2,2	95,56 ±5,0	23,38 ±0,8	690,84 ±10,9
março/15	421,54 ±5,4	142,48 ±2,1	117,78 ±4,2	25,00 ±1,0	706,80 ±7,3
abril/15	419,26 ±4,9	170,22 ±3,5	150,84 ±5,1	17,86 ±0,8	758,18 ±6,6
Total	8.324,88	3.269,66	1.723,08	372,44	13.690,06

Fonte: De autoria própria.

Apêndice D – Coeficiente de decomposição de serapilheira em distintas fases de sucessão ecológica secundária da Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Estadual da Serra Furada, sul de Santa Catarina.

Mês/ano	Serapilheira produzida em Floresta			Serapilheira acumulada em Floresta			Coeficiente de decomposição em Floresta		
	Inicial	Intermediária	Madura	Inicial	Intermediária	Madura	Inicial	Intermediária	Madura
maio/14	679,62	1.052,18	1.233,40	3992	3462	623	1,09	0,30	0,31
junho/14	605,68	1.601,06	1.414,58	4344	3795	631	0,96	0,42	0,33
julho/14	454,36	743,30	807,88	4589	4794	795	0,57	0,16	0,18
agosto/14	495,86	1.087,78	1.615,10	3764	5629	659	0,75	0,19	0,43
setembro/14	602,62	1.467,64	1.631,04	4653	6305	2059	0,29	0,23	0,35
outubro/14	734,44	1.457,30	1.539,24	6617	7216	1034	0,71	0,20	0,23
novembro/14	850,52	1.167,80	1.254,38	6514	7301	820	1,04	0,16	0,19
dezembro/14	658,34	929,36	988,24	3225	4675	3266	0,20	0,20	0,31
janeiro/15	745,72	993,52	1.050,38	5088	2920	1360	0,55	0,34	0,21
fevereiro/15	658,30	911,36	690,84	2895	2321	1308	0,50	0,39	0,24
março/15	648,94	765,28	706,80	4379	2066	750	0,87	0,37	0,16
abril/15	600,82	751,92	758,18	4284	3269	1479	0,41	0,23	0,18

Fonte: De autoria própria.