

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS-CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS
MESTRADO EM MANEJO DO SOLO**

JONAS INKOTTE

**PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA E APORTE DE NUTRIENTES
E CARBONO EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO E
FLORESTAS NATIVAS EM DUAS REGIÕES DE SANTA
CATARINA**

**LAGES, SC
2013**

JONAS INKOTTE

**PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA E APORTE DE NUTRIENTES
E CARBONO EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO E
FLORESTAS NATIVAS EM DUAS REGIÕES DE SANTA
CATARINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Manejo do Solo.

Orientador: Dr. Álvaro Luiz Mafra

Co-orientador: Dr. Dilmar Baretta

Co-orientadora: Dra. Polliana D'Angelo Rios

**LAGES, SC
2013**

I56p

Inkotte, Jonas

Produção de serapilheira e aporte de nutrientes e carbono em plantações de eucalipto e florestas nativas em duas regiões de Santa Catarina / Jonas Inkotte. - 2013.

83 p. : il. ; 21 cm

Orientadora: Álvaro Luiz Mafra

Coorientador: Dilmar Baretta

Coorientadora: Polliana D'Angelo Rios

Bibliografia: p. 74-83

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de

Santa Catarina, Centro de Ciências

Agroveteinárias, Programa de Pós-Graduação em

Manejo do Solo, Lages, 2013.

1. Serapilheira. 2. Deposição. 3. Decomposição. 4. Lignina. 5. Aporte de nutrientes. I. Inkotte, Jonas. II. Mafra, Álvaro Luiz. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo. IV. Título

CDD: 631.4 - 20 ed

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do
CAV/UDESC

JONAS INKOTTE

**PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA E APORTE DE NUTRIENTES
E CARBONO EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO E
FLORESTAS NATIVAS EM DUAS REGIÕES DE SANTA
CATARINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Manejo do Solo.

Banca Examinadora

Orientador: _____

Dr. Álvaro Luiz Mafra

Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____

Dr. Fabrício Tondello Barbosa

Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____

Dra. Polliana D'Angelo Rios

Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____

Dr. Alessandro de Oliveira Rios

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LAGES, SC, 25 de outubro de 2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me conferido saúde e perseverança na minha caminhada e a força para a superação dos obstáculos.

Agradeço ao curso de Pós-Graduação em Manejo do Solo pela oportunidade de realizar o mestrado.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao prof. Dr. Álvaro Luiz Mafra, pela orientação, confiança e oportunidade de concretizar o mestrado na mesma instituição que conclui minha graduação.

Agradeço ao prof. Dr. Dilmar Baretta, pela oportunidade de fazer parte do grupo SISBIOTA, pelo voto de confiança e coorientação neste trabalho.

À profa. Dra. Polliana Rios, por ter aceitado o desafio de me coorientar numa área que não é a sua, pela atenção e dedicação incansável. Meus sinceros agradecimentos.

Agradeço ao prof. Dr. Alessandro Rios por ter me acolhido de braços abertos em uma cidade na qual nunca tinha estado, e que sem mesmo conhecer meu trabalho, deu-me a oportunidade de realizar parte da minha pesquisa no Laboratório de Compostos Bioativos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Obrigado aos colaboradores que me auxiliaram nesta caminhada. Laís, Vitor, Helena, Bruna, Isadora, sem vocês este trabalho não teria sido realizado.

Aos meus amigos de curso, Márcio, Myrcia, Gabriel, Eduardo, Guilherme Peixe, Marco, Alexandre, Éverton, que sempre estiveram presentes quando foram solicitados, me dando todo o apoio técnico e moral para a concretização do mestrado.

Agradeço aos meus amigos e parentes que sempre estiveram ao meu lado, e que com palavras de carinho e apoio, fizeram parte do meu crescimento pessoal e desta caminhada, pois sei que ninguém é pleno sozinho.

Agradeço aos meus pais, aos quais sou eternamente grato por tudo o que fizeram por mim, por me apoiarem e darem suporte em todas as minhas decisões. Agradeço também pela educação que me deram, pela paciência com meus erros, pelo amor e carinho, que nem a distância pôde intervir. Vocês são e sempre serão meu espelho, meu porto seguro, meus ídolos, independentemente do que o futuro proporcione, pois tudo o que sou e o que tenho, devo a vocês.

Do Oiapoque ao Chui é pouco. Para a distância que percorri ainda não deram nome.

RESUMO

INKOTTE, Jonas. **Produção de serapilheira e aporte de nutrientes e carbono em plantações de eucalipto e florestas nativas em duas regiões de Santa Catarina.** 2013. 83p. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo – Área: Manejo do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2013.

Em áreas florestais o aporte natural de nutrientes no solo ocorre principalmente pela decomposição e incorporação da serapilheira depositada sobre o solo, esta fornece os elementos necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas. O estudo objetivou avaliar a deposição de serapilheira em áreas de mata nativa e reflorestamento de eucalipto, bem como as taxas de decomposição e a composição química e elementar da serapilheira remanescente aos diferentes tempos de exposição a campo, com o intuito de verificar a correlação da constituição dos resíduos vegetais e a decomposição. Para a avaliação da deposição e o acúmulo anual da serapilheira foram utilizados coletores, onde o material periodicamente coletado foi, seco, triado nas frações folha, galho e miscelânea e mensurado sua massa seca. As taxas de decomposição foram estimadas através de bolsas de nylon pela diferença da massa seca inicial e remanescente. Foram quantificados os teores de cinzas, extrativos, lignina holocelulose e polifenóis totais. As análises da constituição elementar foram efetuadas através de combustão e arraste de gases no aparelho Elementar Vario El cube. A deposição da serapilheira se mostrou superior nas estações primavera e verão nas áreas estudadas na região do Planalto e na primavera e inverno nas áreas da região Oeste. A contribuição da fração folha foi a mais significativa em todas as áreas estudadas. Ao comparar as diferentes vegetações, pôde-se constatar uma superioridade na quantidade de miscelânea nas áreas de mata nativa em relação aos reflorestamentos de eucalipto. As taxas de decomposição da serapilheira em todas as áreas estudadas apresentaram valores baixos, proporcionando decomposição lenta e acúmulo de resíduos vegetais na superfície dos solos. A decomposição e a liberação de nutrientes são dependentes dos teores de lignina, enxofre e cinzas, sendo quanto maior quantidade destes elementos na serapilheira, menor decomposição. Os teores de holocelulose são condicionantes a decomposição da serapilheira, sendo quanto maiores os

teores destes na composição química dos resíduos vegetais, mais fácil a decomposição da serapilheira.

Palavras-chave: serapilheira; deposição; decomposição, lignina, aporte de nutrientes

ABSTRACT

INKOTTE, Jonas. **Litter production and nutrient uptake and carbon in eucalypt plantations and native forests in two regions of Santa Catarina.** 2013. 83p. Dissertation (Master's degree in Soil Management – Area: Soil Management) – Santa Catarina State University. Agricultural Sciences Graduate Program, Lages, 2013.

In forest areas the most significant means of supply of natural nutrients in the soil occurs through decomposition and incorporation of litter on the soil, this provides the necessary elements for growth and development of plants. The present study aimed to evaluate the litterfall in native forests and reforestation of eucalyptus, the decomposition rate and chemical composition and elemental litter remaining at different times of exposure to the field, in order to verify the correlation of the constitution and decomposition of plant residues. To evaluate the deposition and accumulation of annual litter collectors were used, where the material retained in the traps was periodically collected, dried, screened fractions in leaf, twig, and miscellaneous and measured dry mass. Decomposition rates were estimated by nylon bags by the difference of initial and residual dry matter. Was quantified the levels of ash, extractives, lignin and holocellulose total polyphenols. The elemental analysis of the constitution were made by combustion gases and drag the unit Elementary Vario El Cube. The litter deposition was higher in the spring and summer seasons in the study areas in the plateau region and in the spring and winter in areas of the western region. The contribution of leaf fraction was the most significant in all areas studied. When comparing the different vegetations, it could be observed a superior amount of miscellaneous areas of native forest in relation to reforestation of eucalyptus. The decomposition rate of litter in all areas studied showed very low levels, providing a slow decomposition and hence the accumulation of plant residues on the soil surface. The decomposition and subsequent nutrient release are dependent on the lignin, sulfur and ashes, being the higher amount of these elements in the litter remaining lower are the decomposition rates. The constraints are of holocellulose decomposition of litter, and the higher the levels of these chemical composition of plant residues, are easier the decomposition of litter.

Key-words: deposition, decomposition, lignin, nutrient input

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Mapa da localização dos municípios amostrados.....	29
Figura 2 - Coletor de Serapilheira.....	31
Figura 3 - Deposição da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Lages nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).	36
Figura 4 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de reflorestamento de eucalipto em Lages nas diferentes estações.	37
Figura 5 - Deposição da serapilheira na área de mata nativa em Lages nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).....	38
Figura 6 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de mata nativa em Lages nas diferentes estações.	40
Figura 7 - Deposição da serapilheira na área de mata nativa e reflorestamento de eucalipto em Lages nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).	40
Figura 8 - Deposição da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).	42
Figura 9 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de reflorestaento de eucalipto em Campo Belo do Sul nas diferentes estações.	43
Figura 10- Deposição da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Xanxerê nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).....	44

Figura 11 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de reflorestamento de eucalipto em Xanxerê nas diferentes estações.	45
Figura 12- Deposição da serapilheira na área de mata nativa em Xanxerê nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).	46
Figura 13 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de mata nativa em Xanxerê nas diferentes estações.	47
Figura 14 - Deposição da serapilheira nas áreas de mata nativa e reflorestamento de eucalipto em Xanxerê nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).	48
Figura 15 – Regressões da massa remanescente em relação ao tempo de exposição das bolsas nas cinco áreas estudadas da região oeste e planalto catarinense com o período de um ano de duração. RE = Reflorestamento de Eucalipto e MN = Mata Nativa.	53
Figura 16 - Teores de Polifenóis totais(g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de reflorestamento de eucalipto em Lages.	54
Figura 17 - Teores de polifenóis totais (g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de mata nativa em Lages. ..	55
Figura 18 - Teores de polifenóis totais (g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul.	56
Figura 19- Teores de polifenóis totais (g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de reflorestamento de eucalipto em Xanxerê.	56

Figura 20– Teores de polifenóis totais (g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de mata nativa em Xanxerê.	57
Figura 21 - Comportamento da porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira no reflorestamento de eucalipto em Lages no período de 365 dias.....	58
Figura 22 - Porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira na mata nativa em Lages no período de 365 dias.	59
Figura 23 - Porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira no reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul no período de 365 dias.....	60
Figura 24 - Porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira no reflorestamento de eucalipto em Xanxerê no período de 365 dias.....	61
Figura 25 - Porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira na mata nativa em Xanxerê no período de 365 dias.	62
Figura 26 - Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área de reflorestamento de eucalipto na cidade de Lages.....	63
Figura 27 - Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área de mata nativa na cidade de Lages.	64
Figura 28 - Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área de reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul.	65
Figura 29- Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área reflorestamento de eucalipto em Xanxerê.	66

Figura 30 - Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área de mata nativa em Xanxerê. 67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização e histórico das áreas de estudo.....	30
Tabela 2 - Resumo da caracterização florística da área de mata nativa de Lages.....	49
Tabela 3 – Resumo da caracterização florística da área de mata nativa de Xanxerê.....	50
Tabela 4 – Constantes de decomposição K médias das áreas de estudo do planalto e oeste catarinense.....	54
Tabela 5 – Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Lages.....	68
Tabela 6 – Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de mata nativa em Lages.....	69
Tabela 7 - Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul.....	70
Tabela 8 - Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Xanxerê.....	71
Tabela 9 – Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de mata nativa em Xanxerê.....	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	MATERIA ORGÂNICA E SERAPILHEIRA	18
2.2	DEPOSIÇÃO E ACÚMULO DE SERAPILHEIRA.....	20
2.3	DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA E CICLAGEM DE NUTRIENTES	23
3	OBJETIVOS	28
3.1	OBJETIVO GERAL.....	28
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	29
4.2	AMOSTRAGEM DA DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA	30
4.3	CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA.....	31
4.4	AMOSTRAGEM DA DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA	32
4.5	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISES QUÍMICAS E ELEMENTAR DA SERAPILHEIRA DECOMPONÍVEL	32
4.5.1	Análises dos teores de cinzas, extrativos, lignina e holocelulose	32
4.5.2	Análises de componentes fenólicos totais	34
4.5.3	Análise elementar da serapilheira	35

4.5.4	Informações meteorológicas	35
4.5.5	Análises estatísticas	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.5	DEPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA	36
5.6	CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA	48
5.7	DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA	50
5.8	ANÁLISES QUÍMICAS DA SERAPILHEIRA DECOMPONÍVEL	54
6	CONCLUSÃO	73
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

1 INTRODUÇÃO

A mata atlântica é um bioma com alta diversidade de espécies e com alto grau de endemismo e por este motivo considerado um dos mais importantes biomas do mundo, porém é atualmente um dos mais ameaçados devido à exploração desordenada de seus recursos naturais. Sua extensão original era de aproximadamente 1.300.000 km² e se estendia desde o nordeste brasileiro até o Estado do Rio Grande do Sul, entretanto, com o passar dos anos e a colonização, as áreas de mata nativa foram gradativamente sendo substituídas por outros tipos de usos do solo, como pastagens, lavouras, centros urbanos e reflorestamentos de espécies exóticas com fins madeireiros e produção de papel e celulose.

O Estado de Santa Catarina possui extensão territorial de 95.736 km² e está inserido em sua totalidade no bioma Mata Atlântica, tendo por característica sua maior parte rural composta por pequenas propriedades que utilizam mão-de-obra familiar para a produção de alimentos. Com a colonização do Estado, a mata original que cobria 81,5% de sua área total foi gradativamente dando lugar às lavouras, criações de gados suínos e aves. A Floresta Ombrófila Mista que se destacava pela presença de espécies florestais de interesse econômico como as Lauraceae, Pinaceae e Araucariaceae foram intensivamente exploradas por madeireiros e conseqüentemente substituídas por pastagens e produções agrícolas, onde atualmente predominam as monoculturas.

Entre as décadas de 1960 e 1970 ocorreu uma política de incentivos fiscais para a implantação de reflorestamentos, o que ampliou consideravelmente a área destes povoamentos, bem como o estoque de madeira nesses plantios, devido também ao investimento em pesquisa sobre a silvicultura dessas espécies. Dentro destas monoculturas, os plantios florestais de eucalipto ocupam um espaço considerável no uso dos solos brasileiros, sendo tradicionalmente plantados em regiões de climas quentes e que atualmente vem ganhado grande espaço no planalto catarinense que possui clima frio, solos mais ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes. No Estado de Santa Catarina, há um total de 65 milhões hectares de florestas plantadas que representam aproximadamente 10% da área coberta por essas culturas no país, e destes, 106 mil hectares somente de eucalipto.

Devido a intensificação nos plantios de eucalipto no estado torna-se necessário uma melhor compreensão da dinâmica destes povoamentos, bem como dos fragmentos de florestas nativas restantes para orientar práticas de manejo que possibilitem ganhos econômicos com a geração de produtos madeireiros de forma harmoniosa com o meio ambiente. Um dos desafios da silvicultura é a sustentabilidade produtiva, devido à elevada demanda sobre os recursos do solo, em especial a água e nutrientes, que são necessários ao desenvolvimento das árvores. A colheita da madeira ocasiona diversos prejuízos aos solos, tanto na parte química com a retirada de nutrientes, quanto na parte física que sofre forte compactação com a entrada de maquinário nas áreas.

Em áreas florestais o mais significativo meio de aporte natural de nutrientes no solo ocorre através da ciclagem de nutrientes, que pela decomposição e incorporação da serapilheira depositada sobre o solo, fornece os elementos necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas. A quantidade de serapilheira depositada sobre o solo depende das características fenológicas das espécies, disponibilidade de nutrientes, das condições de água e ar no solo, bem como as condições físicas do solo para o crescimento adequado das raízes, além de condições climáticas como: temperatura, umidade e intensidade dos ventos.

Já a decomposição e o aporte de nutrientes por meio da serapilheira são condicionados pela composição química do material depositado, sendo sua decomposição mais lenta ou mais rápida de acordo com a quantidade de carbono, nitrogênio, lignina e extrativos constituintes da serapilheira. A população edáfica também influencia na ciclagem de nutrientes, pois é responsável pela decomposição e incorporação destes ao solo. O tamanho e a diversidade da população de microrganismos decompositores são fatores determinantes da velocidade de decomposição da serapilheira. Além destes parâmetros, as condições climáticas do ecossistema como as taxas de precipitação e as médias de temperatura também condicionam a velocidade da decomposição.

Deste modo, um maior entendimento destes processos fornecerá conhecimento para que novas práticas de manejo sejam adotadas com a intenção de minimizar os impactos ambientais com menor utilização de insumos e simultaneamente favorecer uma maior produção nas áreas com fins produtivos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a deposição e o acúmulo anual de serapilheira e suas diferentes frações constituintes, o aporte de nutrientes e carbono e as taxas de decomposição em florestas nativas e reflorestamento de eucalipto nas regiões oeste e planalto de Santa Catarina.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MATERIA ORGÂNICA E SERAPILHEIRA

A compreensão do funcionamento e as variáveis que influenciam na estabilidade de uma comunidade vegetal são essenciais para que se possa intervir buscando a sustentabilidade dos ecossistemas florestais, e dentre estas, a deposição e decomposição da serapilheira são fundamentais para o estabelecimento destes ecossistemas. Parte do processo e retorno da matéria orgânica e dos nutrientes ocorre pela produção de serapilheira que em florestas é o meio natural mais importante da transferência de elementos necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas (LOPES et al., 2009).

A serapilheira é um dos mais importantes componentes de um ecossistema florestal e abrange todo material vegetal depositado ao solo pelas árvores, como: folhas, ramos, e miscelânea que compreende todas as estruturas reprodutivas (flores, sementes, frutos). Estes materiais no solo da floresta proporcionam a ciclagem de nutrientes, que pela decomposição liberam os minerais absorvidos pelas plantas. A importância destes processos é evidenciada de forma mais clara em florestas que se mantêm em solos com baixa fertilidade (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011; SCHUMACHER et al., 2003).

De acordo com Bellote e Dedcek (2008), algumas plantas mobilizam e acumulam certos minerais e outras conseguem se desenvolver em ambientes com baixa fertilidade, crescendo com um mínimo de substâncias nutritivas num curto ciclo vegetativo. Para que os processos de ciclagem de nutrientes respondam em termos de produtividade é necessário que quantidades adequadas de nutrientes tenham sido previamente acumuladas nas árvores, pois caso contrário, os processos envolvidos na ciclagem de nutrientes acarretaram em menor crescimento e conseqüentemente menor produtividade.

O material vegetal depositado sobre o solo pode disponibilizar os nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas pela ciclagem de nutrientes e, também favorece a retenção de água, redução da erosão pela diminuição do impacto causado pela energia cinética das gotas das chuvas, beneficiando assim a infiltração. A serapilheira também mantém a temperatura da superfície do solo mais estável pela diminuição da troca de calor com o meio, além de produzir sombra e proporcionar melhores condições microclimáticas para a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas. Além destes,

a serapilheira proporciona grande variedade de nichos para o estabelecimento da mesofauna e micro-organismos e serve de fonte de coloides para o solo (ANDRADE et al., 2003).

O material orgânico depositado sobre o solo tem como principais funções no sistema de servir de fonte de alimento para a fauna edáfica, sendo que através da decomposição e incorporação destes, fornece os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas (CORREIA; ANDRADE, 2008).

Sanches et al., (2009) e Silva et al., (2012) destacam que os materiais vegetais depositados sobre o solo representam um compartimento onde se encontram mais espécimes de organismos edáficos, quando comparado ao solo, por proporcionar habitat apropriado para a maioria dos grupos de invertebrados edáficos.

Cada biota responsável pela decomposição possui exigências nutricionais distintas, sendo que, diferentes tipos de serapilheira possuem diferentes microrganismos que a decompõem, entretanto são produzidas diferentes substâncias intermediárias, uma vez que os constituintes da matéria orgânica também são variados (PRIMAVESI, 1986).

A composição química e física, bem como a quantidade de serapilheira depositada podem afetar nas populações da macro fauna do solo, sendo assim a vegetação exerce um papel fundamental na determinação de grande parte do estabelecimento destas espécies. Este fato pode resultar em uma diferente mobilização dos nutrientes e consequências na ciclagem de nutrientes e na fertilidade do solo (GARCIA; CATANOZI, 2011).

A serapilheira através dos processos de decomposição efetuados pela fauna edáfica transforma gradualmente estes materiais em matéria orgânica ou húmus. Essa transformação depende de diversos fatores como umidade, temperatura, constituição da serapilheira e atividade e diversidade biológica do solo. A relação C/N dos materiais, as concentrações de lignina e polifenóis e suas relações com os teores de nitrogênio desempenham importante influência na decomposição dos resíduos (SOUTO et al., 2009; SANTANA et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2007; CASTANHO, 2005).

A quantificação dos elementos constituintes da serapilheira e a sua consequente reserva mineral, que são realizadas em estudos de ciclagem de nutrientes são de suma importância na comparação de ambientes com usos do solo e estados diferenciados de conservação, além de serem ótimos indicadores dos resultados das práticas de

restauração, possibilitando inferir sobre acelerar ou remediar os processos de sucessão e de restauração das funções do novo ecossistema. A restauração de um ecossistema pode ser avaliada por meio de indicadores ambientais de recuperação, que através destes pode-se definir se determinada prática carece novas intervenções, entre estes indicadores a produção de serapilheira tem sido recomendada devido a sua forte ligação com a disponibilidade de nutrientes e o bom desenvolvimento das plantas (NUNES ; PINTO, 2007; RODRIGUES & GANDOLFI, 1998; MARTINS, 2001).

Alguns trabalhos vêm sendo realizados com o intuito de se entender melhor os processos relacionados à ciclagem de nutrientes, em Floresta Estacional Semi-decidual (PINTO et al., 2009; MAMAN et al., 2007; SCHUMACHER et al., 2004; MARTINS & RODRIGUES, 1999). Entretanto, Machado et al. (2008) afirmam que de modo geral os estudos sobre a ciclagem de nutrientes e o acúmulo de serapilheira em florestas nativas e plantadas tem como enfoque a caracterização da dinâmica, produção e decomposição da serapilheira e o aporte de nutrientes ao solo.

De acordo com Vibrans e Seveganarii (2000) existem diversos estudos sobre a produção e decomposição da serapilheira, bem como a ciclagem de nutrientes em diversos biomas, porém as diferenças nas metodologias aplicadas nas pesquisas dificulta a comparação de dados. Dentre as divergências na metodologia, pode-se citar a definição das frações constituintes da serapilheira, tempo de amostragem e o intervalo entre as coletas, a área, forma, altura e disposição dos coletores, a temperatura de secagem da serapilheira depositada, além da diferença entre sítios como a espécies presentes na área de estudo e estágio sucessional da floresta.

As taxas de deposição da serapilheira juntamente com a decomposição destes materiais influenciam na dinâmica da matéria orgânica. Entretanto, a produtividade líquida da parte aérea e o conteúdo de nutrientes estocados nas folhas das árvores diferem significativamente de acordo com as condições do sítio (GOYA et al., 2008).

2.2 DEPOSIÇÃO E ACÚMULO DE SERAPILHEIRA

O acúmulo de serapilheira depende basicamente da quantidade de material orgânico depositado da parte aérea das árvores sobre as

superfícies dos solos florestais e a taxa de decomposição desses resíduos (ANDRADE et al., 2003).

A biomassa produzida pelos povoamentos florestais é afetada por diversos fatores bióticos e abióticos como: tipo de vegetação, estágio sucessional, densidade de plantas, altitude, latitude, relevo, precipitação, umidade, disponibilidade de água e nutrientes no solo, temperatura, luminosidade, velocidade e frequência dos ventos (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003; BELLOTE; DEDECEK, 2008).

Dentre os fatores climáticos que influenciam na deposição da serapilheira, a precipitação e a temperatura são os mais influentes. De forma geral, localidades com altas taxas pluviométricas normalmente apresentam maior produção de serapilheira do que em regiões com baixas taxas. A frequência e distribuição das chuvas também são importantes fatores na deposição de material vegetal sobre o solo, sendo necessária a consideração da ocorrência de intempéries incomuns do clima da região, uma vez que estes podem alterar a deposição de serapilheira, obtendo assim uma estimativa mais precisa da quantidade depositada no ano (ANDRADE et al., 2003).

As condições edafoclimáticas, as características do povoamento, como sítio, sub-bosque, as práticas silviculturais aplicadas na área, tamanho de copa, espaçamento, taxa de decomposição e distúrbios naturais ou artificiais como a remoção do material vegetal depositado sobre o solo e cultivos conjuntos como em sistemas agroflorestais, também influenciam no acúmulo de serapilheira (CALDEIRA et al., 2007).

Segundo, Kozłowski & Pallardy (1997), a senescência das folhas é decorrente de uma série de processos metabólicos ligados a fisiologia da espécie, além de estímulos causados pelo ambiente, como temperatura (sazonalidade), fertilidade do solo, estresse hídrico, fotoperíodo, entre outros. Santana et al. (2009) afirmam que dentre as diferentes frações que compõem a serapilheira, as folhas possuem a maior expressão, tanto em massa quanto no conteúdo de nutrientes orgânicos e inorgânicos.

A deposição da serapilheira é variável de acordo com o ecossistema, levando em consideração seu estágio sucessional. Nas comunidades florestais em geral observa-se um aumento da produção de material vegetal depositado sobre o solo até a idade que as árvores atingem maioridade ou a ocorrência do fechamento do dossel, sendo possível um pequeno decréscimo ou estabilização após este ponto. Após atingido esse ápice, a quantidade de material depositado estabiliza ou

decrece lentamente para espécies com maior ciclo de vida e rapidamente para espécies de vida curta (VITAL et al., 2004; CARPANEZZI, 1997).

Com o envelhecimento da árvore a quantidade de nutrientes contidos nos troncos é reduzida devido a processos internos durante a transformação do alburno em cerne na madeira. Os diferentes estágios de crescimento de uma floresta se refletem nos processos de controle da demanda de nutrientes, armazenamento e distribuição nas árvores, sendo no início a maior produção bruta nas partes mais altas como folhas e galhos. A obtenção de nutrientes ligados a senescência foliar é pequena neste período, sendo grande parte dos nutrientes absorvidos do solo (LEITE et al., 2011).

De acordo com os mesmos autores, após este período ocorre o fechamento do dossel e a produção da biomassa foliar é estável ou ligeiramente decrescente. O teor de nutrientes do cerne é acessível nesta fase e isso leva a uma diminuição da taxa de acúmulo de nutrientes na árvore. Esta é a fase de aproveitamento máximo do solo pelas raízes mais finas e onde os processos de ciclagem de nutrientes são muito intensos. Durante a terceira fase de crescimento da árvore, a maior parte da produtividade primária bruta está associada com a manutenção da biomassa produzida.

As florestas tropicais em sua maioria apresentam produção contínua de serapilheira ao decorrer do ano, sendo variável a quantidade deste material produzido em diferentes povoamentos e espécies e em relação às diferentes estações do ano. Esta produção varia dependendo do grau de perturbação do ecossistema. Em locais com maior interferência existe maior população de espécies pioneiras, que possuem crescimento rápido e ciclo de vida mais curto, produzindo grande quantidade de material vegetal em um curto espaço de tempo (WERNECK et al., 2001).

As taxas de deposição de serapilheira em plantios de eucalipto são normalmente mais altas do que em florestas nativas devido ao fato de que muitos plantios utilizam fertilizantes e controlam a permanência de plantas invasoras, o que acarreta um maior crescimento das árvores e consequentemente uma maior produção de serapilheira (MORONI et al.; 2003).

2.3 DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA E CICLAGEM DE NUTRIENTES

Compreender os fatores que regulam a decomposição da serapilheira em sistemas florestais é de suma importância para direcionar o manejo dos plantios e possibilitar técnicas silviculturais que melhor utilizem os nutrientes contidos na superfície do solo (COSTA et al., 2005).

A decomposição da serapilheira é um dos processos mais importantes na ciclagem de nutrientes, que retornam ao solo e posteriormente são absorvidos pelas plantas, sendo que parte destes sai do sistema solo-planta, sendo perdidos para outros compartimentos como água e atmosfera (ANDRADE et al., 2003).

A produção de serapilheira e sua decomposição desta são processos conectados que têm resposta positiva. A decomposição do material vegetal depositado sobre o solo libera os nutrientes necessários às plantas, que os absorverem para produzir biomassa, aumentando assim a deposição de serapilheira (VALENTI et al., 2008).

Segundo Correia e Andrade (2008) as temperaturas elevadas associadas a altas precipitações pluviométricas resultam em taxas mais altas de decomposição nos trópicos úmidos quando comparados a regiões temperadas. Contudo, as elevadas taxas de decomposição nestas áreas são contrabalanceadas pela alta produção e deposição de serapilheira no solo.

Santana e Souto (2011) afirmam que o estudo sobre a ciclagem de nutrientes em florestas com interferência antrópica também permitem deduções sobre espécies com maior ou menor capacidade de produção de material vegetal, decomposição da serapilheira e ciclagem de nutrientes. A partir destes parâmetros pode-se ter melhor conhecimento sobre a produtividade e a quantidade de nutrientes que entram naturalmente no sistema solo-planta.

Segundo Pires et al. (2006) a sazonalidade da decomposição da serapilheira vem sendo relacionada a diversos fatores como: clima, baixa disponibilidade de nutrientes, estágio sucessional da comunidade florestal e quantidade de material acumulado sobre a superfície do solo, além de outros fatores bióticos como disponibilidade e competição por recursos, a diversidade e população da fauna edáfica, além do comportamento de polinizadores, dispersores e predadores.

De acordo com Selle (2007), existem dois ciclos de nutrientes em ecossistemas florestais, um deles é o ciclo aberto ou geoquímico que

envolve as entradas de nutrientes provenientes do ar, das precipitações, intemperismo das rochas, da fixação biológica de nitrogênio e devolução destes nutrientes pela decomposição dos resíduos vegetais depositados sobre o solo, e a saída de nutrientes por meio de erosão, volatilização e remoção de nutrientes consequentes da colheita florestal. O outro ciclo (biogeoquímico) compreende a transferência de nutrientes da vegetação ao solo por meio da precipitação interna da floresta e pelo escoamento da água pelos troncos somados a deposição de serapilheira.

Os processos de decomposição são de suma importância para a sustentabilidade dos ecossistemas florestais, pois permitem que parte do carbono incorporado na serapilheira retorne a atmosfera como CO_2 e parte seja incorporado ao solo (BAMBI et al., 2011).

A produção de serapilheira e a consequente liberação de nitrogênio pela mineralização é a chave no processo de ciclagem deste elemento, sendo muitas vezes uma fonte essencial para a absorção pelas plantas. O processo de mineralização do nitrogênio está regulado pela biomassa microbiana do solo, que controla a disponibilidade de nitrogênio pelo equilíbrio entre a imobilização e mineralização (BARRETO et al., 2012).

As taxas de decomposição e ciclagem de nutrientes são determinadas pela interação de três principais grupos de fatores, sendo estes os químicos (composição química da serapilheira, substâncias estimulantes ou alelopáticas), físicos (clima e ambiente ao redor da serapilheira) e bióticos (microrganismos e fauna edáfica que participam na decomposição). Podendo-se dizer que a qualidade (características químicas) da serapilheira influencia a abundância, composição e atividade da fauna edáfica e consequentemente na taxa de decomposição e dinâmica dos nutrientes da serapilheira (POLYAKOVA; BILLOR, 2007; SCHEER, 2008).

As frações da serapilheira possuem constituições e estruturas distintas e consequentemente possuem velocidades de decomposição diferentes. Deste modo a velocidade da decomposição total da serapilheira dependerá da proporção das diferentes frações (CIANCIARUSO et al., 2005).

Monteiro e Gama-Rodrigues (2004), afirmam que de acordo com as condições edafoclimáticas, a decomposição da serapilheira é regulada pelos teores de lignina, polifenóis, celulose, carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre constituintes destes materiais vegetais. Altas concentrações de lignina, celulose e polifenóis conferem uma taxa

de decomposição mais lenta, com maior acúmulo de serapilheira e menor liberação de nutrientes ao solo.

Goya et al. (2008) afirmam que as relações carbono/nitrogênio (C/N), carbono/fósforo (C/P), nitrogênio/fósforo (N/P) e lignina/nitrogênio constituintes da serapilheira vem sendo utilizadas como índices de decomposição da matéria orgânica em diferentes ecossistemas. Estes parâmetros também elucidam a relação de abundância de nutrientes constituintes da serapilheira.

Um importante componente da parede celular das árvores é a lignina, sendo este um biopolímero muito abundante e que fornece de forma significativa carbono ao solo. Somente alguns microrganismos são capazes de decompor a lignina, como por exemplo, os fungos e actinomicetos, devido a sua alta complexidade estrutural. Devido a sua lenta decomposição, a lignina contribui substancialmente para a formação de carbono estável no solo (PEGORARO et al., 2011).

Em ecossistemas que apresentam limitações na disponibilidade de nutrientes são encontradas altas concentrações de polifenóis na constituição da serapilheira que influenciam de forma significativa na decomposição do material vegetal e conseqüentemente na disponibilidade de nutrientes. Polifenóis são substâncias fenólicas solúveis em água que constituem cerca de 40% das cascas do caule e também estão presentes nas demais estruturas vegetais e que atuam nos processos de defesa contra microrganismos decompositores, também inibindo o desenvolvimento de bactérias nitrificadoras. Estas substâncias atuam em mecanismos de retenção de nutrientes, muito comuns em solos com baixa fertilidade (JACOBSON et al., 2007).

A velocidade da ciclagem de nutrientes está atrelada principalmente a atividade microbiana e da fauna edáfica do solo. Em estações chuvosas ocorre aumento da população de organismos decompositores, o que proporciona maior taxa de decomposição e transferência de nutrientes ao solo. Já nas estações de seca, a fauna do solo se movimenta em direção as camadas mais profundas do solo, o que acarreta em menor taxa de decomposição da serapilheira e acúmulo de material vegetal sobre a superfície do solo. Além da estiagem as baixas temperaturas também diminuem o metabolismo dos organismos decompositores e conseqüentemente diminuem as taxas de decomposição da serapilheira (CASTANHO, 2005; GAMA-RODRIGUES et al., 2003; BAMBI et al., 2011).

A permanência dos nutrientes contidos na serapilheira é dependente da sua taxa de decomposição, sendo esta mais duradoura em

locais com decomposições mais lentas e mais breves em sítios com altas taxas. A velocidade da decomposição varia dependendo de diversos fatores, entre eles latitude, altitude e tipo de cobertura vegetal (ANDRADE et al., 2003).

Maman et al. (2007) afirmam que em florestas naturais sem perturbações externas, os processos envolvidos na ciclagem de nutrientes são rápidos e possibilitam a absorção destas substâncias pelas plantas. Entretanto com a exploração de madeira e a consequente retirada de materiais, alteram-se as condições do ecossistema e a produtividade da área no futuro, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, onde a maioria dos solos possui baixa fertilidade e dependem dos processos de ciclagem de nutrientes para a manutenção e sustentabilidade da floresta.

De forma geral, florestas tropicais possuem duas estações bem definidas, sendo uma estação seca e outra úmida, o que proporciona o estabelecimento de grande variedade de espécies de flora, o que proporciona composição de serapilheira muito diversificada. Tais fatores ocasionam uma ciclagem de nutrientes mais estável e uma comunidade de organismos edáficos decompositores diversificada e de intensa atividade (SANCHES et al., 2009).

Plantios de eucalipto apresentam alta eficiência no uso de nutrientes e consequentemente produzem serapilheira de baixa qualidade nutricional quando comparados às florestas nativas, o que implicaria em menor taxa de decomposição, que tem por consequência, a formação de uma barreira física aos processos erosivos. A comparação dos processos de ciclagem de nutrientes e carbono em plantios florestais com as florestas nativas permite a avaliação de possíveis alterações nos ecossistemas plantados em virtude das técnicas de manejo adotadas e também a compreensão sobre a sustentabilidade ou não dos sítios florestais estudados. Plantios de eucalipto vêm sendo associados com a redução de populações de organismos da fauna edáfica (GAMA-RODRIGUES et al., 2008).

A decomposição da serapilheira tem sido analisada por diferentes índices, sendo estes: a respiração do solo, o valor K relacionado à quantidade de material que cai do dossel e a quantidade de material que está depositada sobre o solo e por meio de verificação direta da perda de massa em sacos de decomposição (litter bags). Dentre estas práticas o valor K tem sido criticado pelo seu uso indiscriminado em ecossistemas que não atingiram um equilíbrio entre o material depositado e o material decomposto (ANDRADE et al, 2003).

Alguns autores como Rezende et al. (1999) condenam a utilização de bolsas de decomposição (litter bags) para a estimativa da decomposição da serapilheira, pois esta técnica impede a entrada de certos organismos decompositores com dimensões maiores que a abertura das malhas das bolsas, além de proporcionar a entrada de material nas bolsas que não foram previamente contabilizados. Entretanto Paula et al. (2009) afirmam que dentre os diferentes métodos de estudo na decomposição da serapilheira a utilização dos litter bags é a que parece melhor representar a decomposição do material vegetal depositado sobre a superfície do solo.

Em geral, a decomposição da serapilheira segue um padrão de decaimento exponencial até que o material vegetal torne-se somente a fração húmica que possui decomposição mais lenta. Os processos de liberação e mobilização dos nutrientes agem de forma diferente com o tempo, dependendo da mobilidade, concentração, papel biótico dos nutrientes, atividade dos organismos decompositores e os aspectos físicos do ambiente (GOYA et al., 2008 ; ERNANI, 2008).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a deposição da serapilheira durante as quatro estações do ano, estimar a contribuição de cada fração constituinte e o acúmulo anual destes. Avaliar o aporte de nutrientes e carbono e as taxas de decomposição da serapilheira em áreas de floresta nativa e reflorestamento de eucalipto, nas regiões oeste e planalto de Santa Catarina.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a deposição da serapilheira nas quatro estações do ano em floresta ombrófila mista e estacional decidual e em reflorestamentos de eucalipto, além de quantificar as frações constituintes (folhas, galhos e miscelânea) da serapilheira neste processo. Comparar as médias da deposição entre as áreas de mata nativa e os reflorestamentos de eucalipto nas regiões oeste e planalto de Santa Catarina.

Estimar a taxa de decomposição da serapilheira e o aporte de nutrientes nas regiões oeste e planalto.

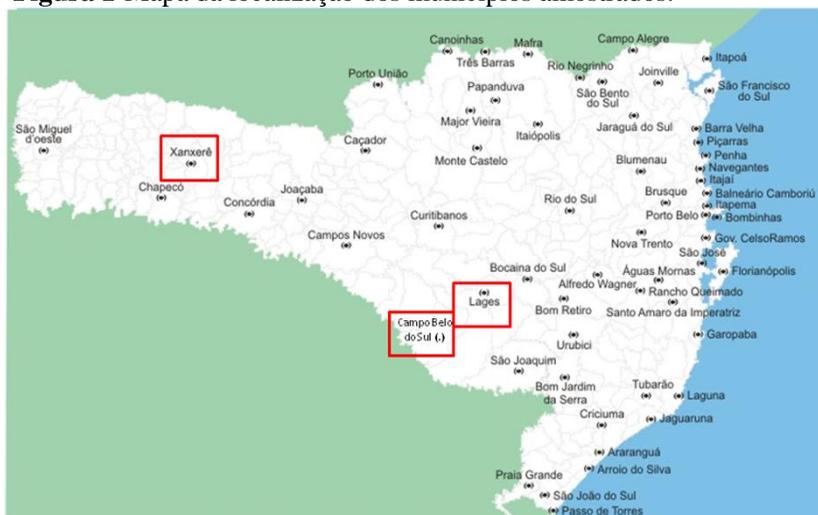
Correlacionar a decomposição e liberação de nutrientes e carbono da serapilheira com a qualidade da fitomassa, expressa pelos teores de extrativos totais, holocelulose, lignina, polifenóis totais e a composição elementar (carbono, nitrogênio, hidrogênio e enxofre).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi realizado em três municípios do estado de Santa Catarina, nas regiões Oeste e Planalto. No Oeste, foram selecionadas áreas no município de Xanxerê e na região do Planalto as áreas escolhidas foram nos municípios de Campo Belo do Sul e Lages (Figura 1).

Figura 1-Mapa da localização dos municípios amostrados.



Fonte: Adaptado de <http://www.sctur.com.br/>.

Os solos em Xanxerê são Latossolos Vermelhos e no Planalto são Nitossolos Brunos, todos derivados de basalto da formação Serra Geral. O clima no Planalto é classificado como mesotérmico úmido com verão ameno (Cfb), segundo a classificação de Koppen (1938), e o clima no Oeste é do tipo mesotérmico úmido, com verão quente (Cfa).

A formação florestal no Oeste é a Floresta Estacional Decidual, marcada pela queda acentuada de material vegetal devido à redução na temperatura nos meses frios. Já no Planalto, a formação florestal é a Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucárias (FLOSS, 2011).

Nos municípios de Xanxerê e em Lages, foram escolhidos dois sistemas de uso do solo, sendo eles Mata Nativa (MN) e

Reflorestamentos de Eucalipto (RE), já em Campo Belo do Sul devido à retirada do experimento por terceiros, foi avaliado somente uma área de reflorestamento de eucalipto.

A caracterização e o histórico das áreas de estudo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização e histórico das áreas de estudo.

Local	Vegetação	Histórico/Características
Xanxerê	RE <i>Eucalyptus dunnii</i>	Povoamento de aproximadamente 4 anos e com área de 9 ha, sem entrada de animais no local.
Xanxerê	MN	A área possui 9 ha sem entrada de animais no local.
Campo Belo	RE <i>Eucalyptus dunnii</i>	Área com 1,2 ha com povoamento de 20 anos. Ocorrência de entrada de bovinos nas décadas de 1980 e 1990, onde eram feitas pastagens nas áreas próximas e o corte de algumas árvores no decorrer dos anos, sendo o último corte realizado em meados de março de 2013. Anterior ao plantio, a área era utilizada como campo natural para pastejo por bovinos
Lages	RE <i>Eucalyptus benthamii</i>	Possui área de 29 ha, com povoamento de 7 anos. Anterior à implantação do reflorestamento a área era utilizada como campo nativo, e foi lavrada há dez anos para implantação de pasto perene no inverno. Anterior ao plantio das árvores a área possuía consórcio de trevo branco, trevo vermelho, cornichão e azevém. Foi aplicado calcário e fosforita na área e esta foi adubada uma única vez.
Lages	MN	Área com 100 ha. Ocorre entrada de pouco gado somente na época de inverno e não há entrada de pessoas na área.

Fonte: O autor (2013).

4.2 AMOSTRAGEM DA DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA

A amostragem da serapilheira foi realizada em quatro pontos em cada situação de uso do solo, dispostos de forma sistemática em transecto, espaçados em 20 m. Os coletores de madeira (Figura 2) de 1 m² eram revestidos com tela de nylon, com malha de 2 mm, em estrutura suspensa a 80 cm do solo.

Figura 2 - Coletor de Serapilheira.



Fonte: O autor (2013).

O material vegetal retido foi coletado a partir de 04/06/2012 por um período de um ano, com coletas nas quatro estações. O material coletado foi triado nas frações folha, galho e miscelânea e posteriormente seco em estufa de circulação forçada a 60°C até massa constante e pesado em balança de precisão para mensuração da deposição da serapilheira.

4.3 CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA

A caracterização florestica foi realizada em parcelas quadradas de 100 m² ao redor dos coletores onde foram catalogados os indivíduos presentes com circunferência a altura do peito (CAP) igual ou superior a 15 cm. As árvores que se enquadraram no padrão foram identificadas a nível de espécie e mensuradas sua circunferência a altura do peito (1,50 m).

4.4 AMOSTRAGEM DA DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA

Para avaliação da decomposição da serapilheira foram utilizadas bolsas confeccionadas com tela de nylon de 2mm de abertura, com dimensões de 15x20 cm. Dentro destas bolsas foram acondicionados 20g de serapilheira previamente coletadas nas mesmas áreas e seca em estufa de circulação fechada a 60°C até massa constante. Estas bolsas foram levadas à campo nos mesmos pontos onde foram implantados os coletores de serapilheira. A coleta das bolsas foram realizadas a partir de 04/06/2012 aos 15, 30, 60, 90, 120, 180, 240, 270 e 365 dias após a colocação das bolsas a campo. Após cada coleta o material remanescente nas bolsas era seco em estufa até massa constante e por perda de massa era mensurada a decomposição (WIEDER; LANG, 1982).

A taxa de decomposição K média foi obtida de acordo com Olson (1963), pela expressão: $y = e^{-(k t)}$ onde y = a razão entre a massa inicial e a massa remanescente no período t, k é a taxa de decomposição e t é o período de decomposição em dias.

4.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISES QUÍMICAS E ELEMENTAR DA SERAPILHEIRA DECOMPONÍVEL

Após a secagem e mensuração da decomposição, a trituração da massa seca remanescente foi realizada em moinho de faca e peneirada em peneiras de 425 e 250 mm para que a sua granulometria fosse a mais adequada para a realização das análises químicas do material.

4.5.1 Análises dos teores de cinzas, extrativos, lignina e holocelulose

As análises dos teores de cinzas, extrativos totais, lignina e holocelulose foram realizados no laboratório didático 2 do departamento de Solos e Recursos naturais da Universidade do Estado de Santa Catarina –UDESC/CAV. A quantificação dos teores de cinzas da serapilheira foi determinada pelo método M-11/77 conforme Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel ABTCP (1974). O método consiste na pesagem de 2 g do material absolutamente seco que ultrapassou a peneira de 425 mm e ficou retido na peneira de 250 mm, acondicionado em cadinho de porcelana previamente tarado e calcinado

em mufla a 450°C por 30 minutos e os cadinhos contendo as amostras calcinadas foram levados a um dessecador até atingirem temperatura ambiente e foram novamente pesados, obtendo-se o teor de cinzas (TC) pela seguinte expressão:

- $TC (\%) = MSF/MSR * 100$

Onde: TC (%) = percentual de cinzas; MSF = massa seca final (g); MSR = massa seca real(g).

A determinação dos teores dos extrativos totais foi efetuada com base na norma M-3/89 da ABTCP (1974). Com 2 g do mesmo material absolutamente seco e previamente processado, foi acondicionado em cadinhos de vidro sinterizado número 2, previamente tarados e levados até o extrator de Soxhlet com balões volumétricos contendo 250 mL de reagente composto por tolueno P.A. e etanol na proporção 2:1. A extração teve duração de 7 horas. Após este período o processo foi repetido com a troca de reagentes, desta vez com etanol com o mesmo volume e as extrações tiveram a mesma duração. Ao término das extrações o material restante foi lavado com água destilada fervente com auxílio de bomba a vácuo até que o material filtrado ficasse incolor. Posteriormente o resíduo foi seco em estufa de circulação forçada a 105°C até massa constante. A serapilheira foi novamente pesada para que com a diferença entre as pesagens, fosse determinado o percentual de extrativos totais pela seguinte expressão:

- $ET\% = MSR - MSF/MSR * 100$

Onde: ET% = percentual de extrativos totais; MSR = massa seca real (g); MSF = massa seca final (g).

A determinação do teor de lignina foi efetuada seguindo a norma técnica M-70/71 da ABTCP(1974), onde foi pesado 1 g da serapilheira previamente seca e livre de extrativos e acondicionada em erlenmeyer de 50 mL contendo 15 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 72% e mantida em recipiente contendo água suficiente para cobrir a solução por 2 horas, sendo agitado com bastão de vidro a cada 15 minutos. Em seguida a mistura foi transferida para um béquer de 1 L com água destilada e acondicionada em chapa aquecedora, sob fervura

durante 4 horas e posteriormente deixada em repouso por 24 horas. Após este procedimento, o material foi filtrado com auxílio de bomba a vácuo em cadinho de vidro sinterizado número 4 forrado com óxido de alumínio previamente tarado. O material foi levado à estufa de circulação forçada a 105°C até atingir massa constante e por diferença de massa inicial e final foi obtido o teor de lignina pela seguinte expressão:

- $L(\%) = (P_i - P_f) \times 100$

Onde: L(%) = percentual de lignina; P_i = massa do cadinho + óxido de alumínio + serapilheira livre de extrativos (g); P_f = massa do cadinho + óxido de alumínio + serapilheira total após os processos (g).

A determinação do percentual de holocelulose foi obtida por meio da diferença da amostra total em relação aos teores de cinzas, extrativos totais e lignina, de acordo com a seguinte expressão:

- $H(\%) = (TC + ET + L) - 100$

Onde: H(%) = percentual de holocelulose; TC = percentual do teor de cinzas; ET = percentual de extrativos totais; L = percentual de lignina.

4.5.2 Análises de componentes fenólicos totais

As análises de componentes fenólicos totais foram efetuadas na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no departamento de Engenharia de Alimentos, no Laboratório de Compostos Bioativos – ICTA.

Para a extração dos fenóis totais constituintes da serapilheira, 1 g de amostra previamente processada foi adicionada a 20mL de metanol e homogeneizada no aparelho Ultra-turrax por 2 a 3 minutos, e posteriormente centrifugada por 20 minutos em rotação de 3000 giros a 4°C em uma centrífuga refrigerada. O sobrenadante foi então retirado e colocado em balão volumétrico de 50mL.

O processo de homogeneização e extração foi repetido e o balão completado até sua marca. Uma alíquota de 50uL foi retirada deste balão e um controle com o mesmo volume de metanol foi também preparado. As amostras e o controle foram combinados com 250uL ou 0,25N de reagente Folin Ciocalteau (Swain & Hillis, 1959). Após 3

minutos de reação, 300uL de 1N Na₂CO₃ foram adicionados e esta combinação de fluidos e incubados por 2 horas em local sem presença de luz e posteriormente efetuado as leituras das absorbâncias a 765nm em um espectrofotômetro. Uma curva padrão com ácido gálico em diferentes concentrações que variaram de 0 a 50ug/mL foi construída para a quantificação dos compostos fenólicos. Os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico/ 100g de amostra.

4.5.3 Análise elementar da serapilheira

Com a serapilheira previamente seca, triturada e peneirada conforme descrito anteriormente, o material que possuía menores dimensões que os retidos pelas peneiras foi então macerado em cadinho de porcelana e levado ao laboratório de Solos do Centro de Educação superior do Oeste CEO/UEDESC para a realização das análises. Foram pesados entre 5 e 10 miligramas de serapilheira e acondicionados em papel alumínio já tarado e posteriormente levados ao aparelho Elementar Vario El cube. Este aparelho através da calcinação do material e o arraste por gases oxigênio e hélio por entre uma malha constituída de diferentes tipos de metais, quantificou as porcentagens de carbono, hidrogênio, nitrogênio e enxofre das amostras de serapilheira.

4.5.4 Informações meteorológicas

As informações meteorológicas das precipitações e temperaturas apresentadas neste trabalho foram cedidas pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – EPAGRI/ CIRAM .

4.5.5 Análises estatísticas

A análise estatística realizada para a avaliação da deposição entre as estações do ano e entre as áreas de reflorestamento e matas nativas foi efetuada pelo teste de Scott Knott a 5 % de significância.

As taxas de decomposição e o comportamento da massa da serapilheira remanescente foram efetuados por meio de análise de regressão.

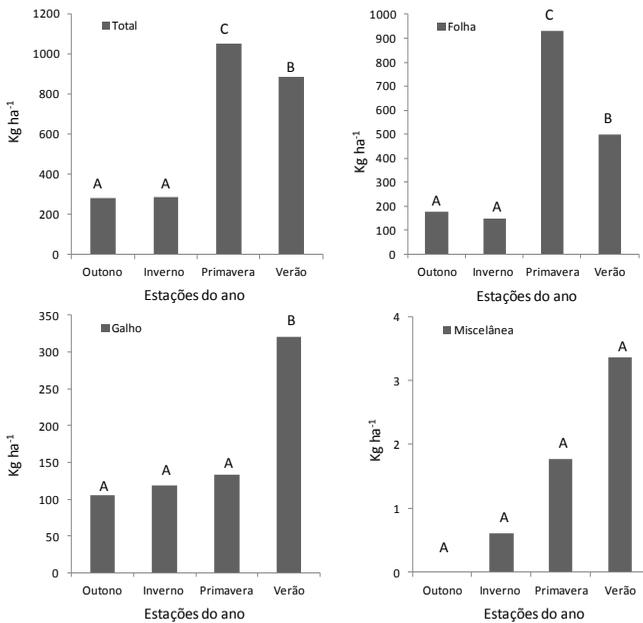
Para verificar a correlação da decomposição e liberação de nutrientes e carbono da serapilheira com a qualidade da fitomassa foram efetuadas correlações lineares de Pearson a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5 DEPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA

A deposição da serapilheira durante um ano em Lages, na área de plantio de eucalipto, foi estimada em 6.632 kg ha^{-1} de massa seca. As médias dos valores das frações de serapilheira coletadas nas diferentes estações do ano expressos em kg ha^{-1} podem ser visualizadas na figura 3.

Figura 3 - Deposição da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Lages nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

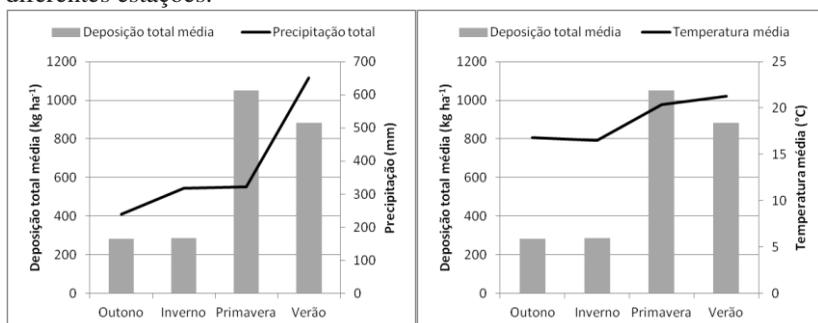


Fonte: O autor (2013).

A deposição total de cada estação foi analisada pelo teste de Scott Knott a 5% e os maiores valores encontrados

ocorreram na primavera (1.050kg ha^{-1}), seguidos do verão (883 kg ha^{-1}) e não sendo encontradas diferenças significativas entre o outono e inverno. Tal fato está provavelmente relacionado as maiores taxas de temperatura média e precipitação ocorrentes nestes períodos (Figura 4). As folhas compuseram 69,01% do total de serapilheira, 30,65% galhos e 0,34% de miscelânea. A deposição das folhas seguiu o mesmo padrão da deposição total esperado, sendo este componente o mais significativo da serapilheira. Já a deposição de galhos foi superior no verão, não havendo diferenças significativas entre as demais estações, sendo que tal fato explica-se pela maior taxa de precipitação em relação aos demais períodos. A miscelânea não apresentou diferença significativa entre as estações do ano, tendo os valores mais baixos. Em estudos realizados em áreas naturais e plantadas nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, Kolm e Poggiani (2003); Cunha et al. (1993) constaram que as maiores deposições de serapilheira ocorreram durante os períodos mais chuvosos e quentes, o que confere com os resultados encontrados no estudo para o reflorestamento no planalto.

Figura 4 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de reflorestamento de eucalipto em Lages nas diferentes estações.

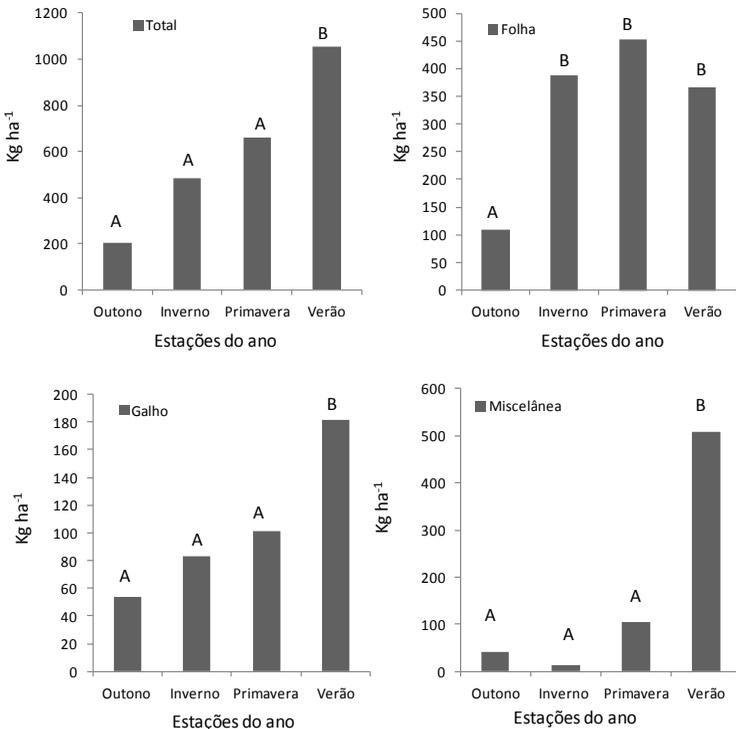


Fonte: O autor (2013).

Na área de mata nativa da mesma localidade, o total de serapilheira depositada no ano foi estimada em 6.752 kg ha^{-1} . As médias dos valores das frações da serapilheira coletadas nas diferentes estações

do ano expressos em kg ha^{-1} constam na figura 5. O maior valor encontrado para a deposição total nesta área ocorreu durante o verão (1.054 kg ha^{-1}), não sendo encontradas diferenças significativas entre as demais estações. Figueiredo Filho et al. (2003), em estudo realizado em floresta ombrófila mista no sul do estado do Paraná observam que as maiores deposições de serapilheira ocorreram nas estações primavera e inverno. Tal diferença provavelmente está relacionada a diferença dos solos entre as áreas de estudo, bem como as diferentes condições climatológicas.

Figura 5 - Deposição da serapilheira na área de mata nativa em Lages nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).



Fonte: O autor (2013).

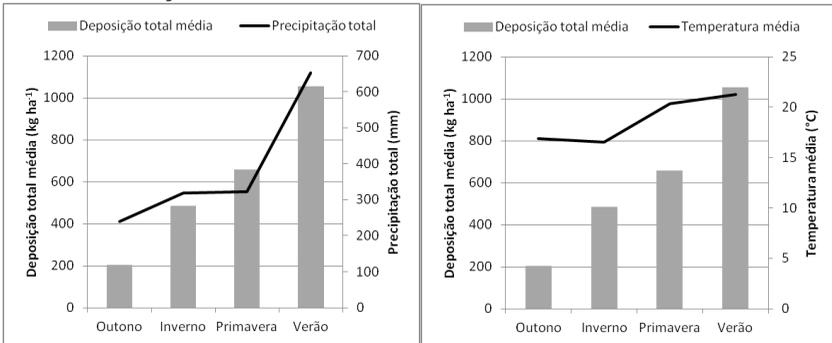
A deposição da fração folha obteve maiores valores na primavera (452 kg ha^{-1}), inverno (387 kg ha^{-1}) e verão (365 kg ha^{-1}), o

que confere com os dados obtidos nos estudos mencionados anteriormente, sendo a menor deposição encontrada no outono. As frações galho e miscelânea obtiveram a maior deposição durante o verão (182 kg ha^{-1} e 507 kg ha^{-1} , respectivamente) não diferindo dos demais períodos, o que explica a maior deposição total encontrada no verão em relação às demais estações. Durante este período foram registradas também as maiores taxas de precipitação e temperatura média (Figura 6).

A composição das frações da serapilheira apresentaram os seguintes percentuais: 52,99% de folhas, 18,06% de galhos e 28,95% de miscelânea. Backes et al. (2005) encontraram valores semelhantes em estudo realizado em uma floresta ombrófila mista no Município de São Francisco de Paula, onde as folhas compuseram 60,59% do total da serapilheira depositada, os galhos 28,71% e 10,70% das estruturas reprodutivas (miscelânea). Figueiredo Filho et al. (2003) relataram 57% de folhas do total de serapilheira depositada em dois anos de estudo no mesmo tipo de formação vegetal, tendo 26,7% de galhos e 16,3% de miscelânea e um total de 7.737 kg ha^{-1} de média, sendo este valor superior aos encontrados no estudo realizado na área de mata nativa do Planalto Catarinense.

Em estudos realizados em um remanescente florestal de ombrófila mista típica no Estado do Rio Grande do Sul, Longhi et al. (2011) estimaram a produção anual de serapilheira em 8.354 kg.ha^{-1} , com a presença de espécies semelhantes as encontradas na área de estudo em Lages como: *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Lithraea brasiliensis* Marchand, entre outras. Tal resultado provavelmente difere devido à alta incidência da espécie *Araucaria angustifolia* nesta área de estudo, sendo as acículas responsáveis por 58,3% da produção total da serapilheira depositada, o que não foi constatado em Lages, sendo a ocorrência desta espécie em menor proporção.

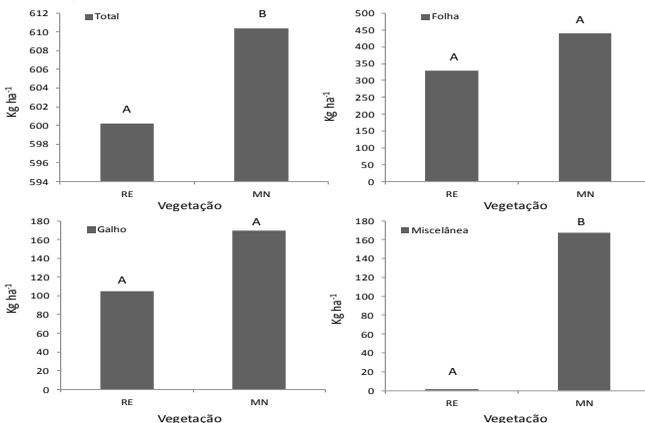
Figura 6 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de mata nativa em Lages nas diferentes estações.



Fonte: O autor (2013).

Ao comparar as deposições das diferentes frações da serapilheira entre as áreas de mata nativa e reflorestamento de eucalipto do planalto, pôde-se observar que não houve diferença significativa na deposição de folhas e galhos, entretanto, a deposição total e da fração miscelânea foi superior na área de mata nativa em relação ao reflorestamento. (Figura 7).

Figura 7 - Deposição da serapilheira na área de mata nativa e reflorestamento de eucalipto em Lages nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

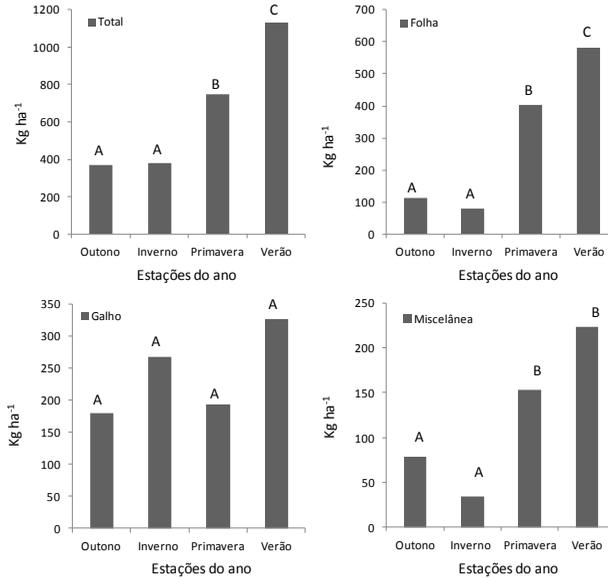


Fonte: O autor (2013).

A área de reflorestamento de eucalipto na cidade de Campo Belo do Sul teve a deposição total de serapilheira estimada em 7385 kg ha⁻¹ ano. A deposição total obteve maior valor no período do verão (1131 kg ha⁻¹), seguido da primavera (748 kg ha⁻¹) não sendo constada diferença entre a deposição das demais estações do ano. As folhas obtiveram maior deposição no período de verão (582 kg ha⁻¹), seguido da primavera (403 kg ha⁻¹) e seguindo o mesmo padrão da deposição total, não foi constatado diferença significativa entre o outono e inverno (Figura 8). A fração galhos não obteve diferença significativa entre as estações do ano, já a fração miscelânea obteve suas maiores deposições também durante o verão e primavera (223 e 153 kg ha⁻¹ respectivamente), não apresentando diferenças entre as demais estações. As folhas compuseram 43,75% do total da serapilheira depositada, os galhos 37,65% e 18,60% da fração miscelânea.

Corrêa et al.(2013) em estudo realizado com *Eucalyptus dunii* na cidade de Alegrete – RS também constataram as maiores deposições totais de serapilheira e da fração folha nas estações verão e primavera, obtendo uma estimativa do total de serapilheira acumulada anual de 4085 kg ha⁻¹, valor muito abaixo do encontrado na área de Campo Belo do Sul. Estes autores constataram uma contribuição da fração folha de 93%, e para miscelânea de 6%. Tal diferença provavelmente se deu devido a grande diferença entre as idades dos povoamentos (quase 20 anos de diferença) e aos diferentes tipos de solo onde se encontram os reflorestamentos.

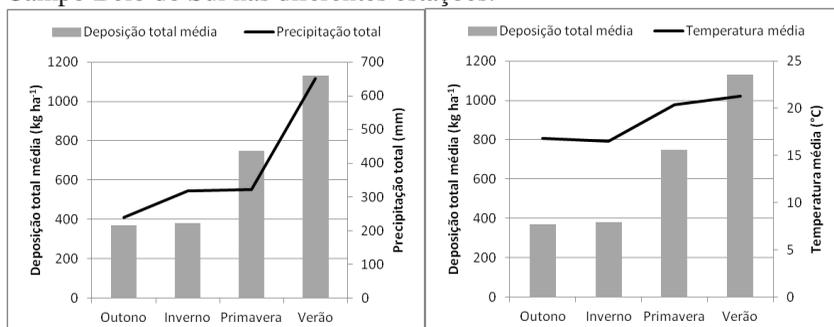
Figura 8 - Deposição da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).



Fonte: O autor (2013).

Correia e Andrade (2008) apontam que em estudos realizados em solos com baixa fertilidade a deposição da serapilheira varia entre 6.400 a 7.900 kg^{-ha-ano}, já em solos com fertilidade média a produção chega a atingir 12.400 kg^{-ha-ano} constatando assim a influência da fertilidade do solo na deposição da serapilheira. Levando em consideração que os solos da região do planalto são solos em sua maioria com características de solos com baixa fertilidade, os resultados da deposição total estimados são condizentes aos encontrados na literatura. As taxas de precipitação total e temperaturas médias podem ser visualizadas na figura 9. A alta deposição encontrada nos períodos de primavera e verão acompanha o comportamento das condições climáticas expostas, as quais tem relevante influência na deposição de serapilheira.

Figura 9 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul nas diferentes estações.

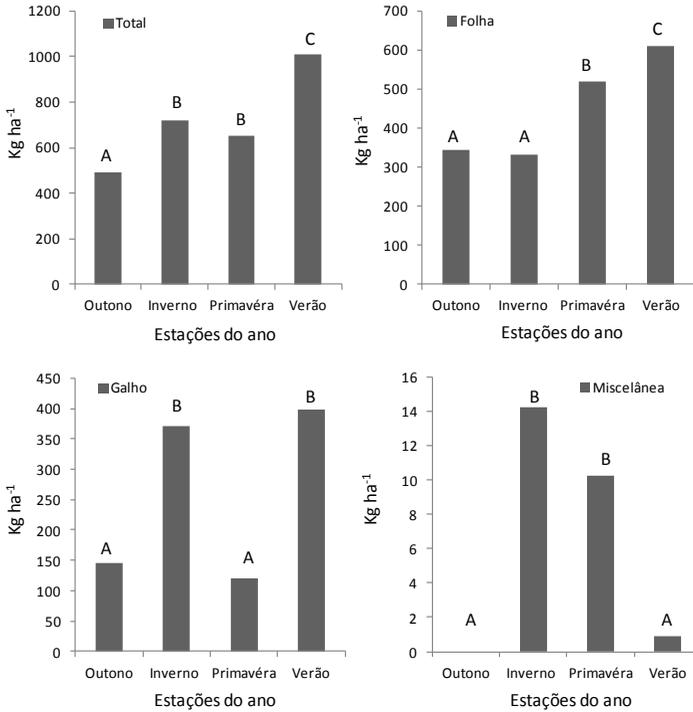


Fonte: O autor (2013).

Na região oeste (figura 10), a deposição de serapilheira total durante o ano estudado na área de reflorestamento de eucalipto foi estimada em 8539 kg ha⁻¹. Corrêa et al.(2013) em estudo realizado em um povoamento de *Eucalyptus dunii* sobre pastagem natural degradada obtiveram valores de deposição da serapilheira anual em 4085 kg ha⁻¹. Esta diferença provavelmente ocorreu devido ao fato da implantação do sistema de reflorestamento ser recente e a possível não recuperação total dos processos naturais do ecossistema degradado, como a disponibilidade de água e nutrientes as plantas, além da diferença entre os solos destes reflorestamentos e as diferenças climáticas das regiões.

O maior valor de deposição total estimado ocorreu no período de verão (1010 kg ha⁻¹), seguidos pelo inverno (718 kg ha⁻¹) e primavera (651 kg ha⁻¹), os quais não diferiram entre si (Figura 10).

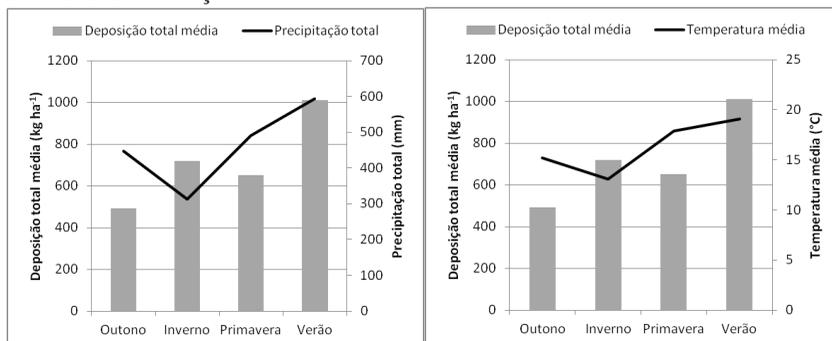
Figura 10- Deposição da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Xanxerê nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).



Fonte: O autor (2013).

No verão foram observados os maiores valores nas taxas de precipitação e temperaturas médias (Figura 11). A alta deposição encontrada no período de inverno está provavelmente relacionado à incidência de ventos fortes os quais tem relevante influência na deposição de serapilheira. A fração folha obteve os maiores valores no verão (611 kg ha^{-1}), seguidos da primavera com 521 kg ha^{-1} , enquanto as demais estações não diferiram entre si. Já os galhos obtiveram sua maior deposição nos períodos de verão e inverno com 398 e 372 kg ha^{-1} , não havendo diferenças significativas entre os demais períodos. A miscelânea obteve maiores deposições no inverno e primavera (14 e 10 kg ha^{-1} respectivamente), sendo pouco ou nada encontrado nas demais estações.

Figura 11 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de reflorestamento de eucalipto em Xanxerê nas diferentes estações.



Fonte: O autor (2013).

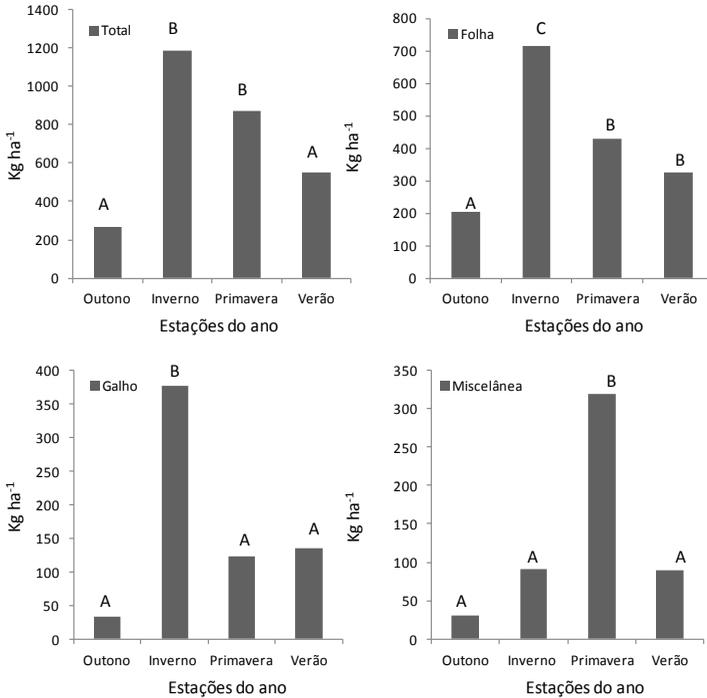
As folhas compuseram 62,48% do total de serapilheira, 36,75% galhos e 0,77% de miscelânea. Corrêa et al. (2013) encontraram 93% de folhas, 1% de galhos e 6% de miscelânea, o que pode explicar a diferença na deposição total da serapilheira devido às diferenças entre a contribuição de cada fração da serapilheira depositada.

Na área de mata nativa na cidade de Xanxerê, o total estimado de serapilheira depositada foi de 8.246 kg ha⁻¹ ano. Vital et al., (2004) em um estudo realizado em uma floresta estacional semidecidual ripária no estado de São Paulo encontraram uma produção anual de serapilheira de 10.646 kg ha⁻¹, valor superior ao encontrado na área de estudo deste trabalho em Xanxerê. Entretanto, Werneck et al., (2001) obtiveram valores entre 6.780 ± 650 kg ha⁻¹ e 5.090 ± 580 kg ha⁻¹ de deposição anual da serapilheira em diferentes trechos florestais com diferentes graus de perturbação em floresta semi-decídua no Estado de Minas Gerais.

Os maiores valores de deposição total encontrados foram de 1.183,40 kg ha⁻¹ no inverno e 807,21 kg ha⁻¹ na primavera. As estações de outono e verão não diferiram entre si na deposição total (Figura 12). Em relação à deposição das folhas nas diferentes estações do ano, o maior valor (715,67 kg ha⁻¹) foi encontrado durante o período de inverno, seguido da primavera (428,96 kg ha⁻¹) e verão (323,81 kg ha⁻¹) e sendo a menor deposição encontrada no período do outono (202,61 kg ha⁻¹). Vital et al. (2004) constataram uma maior deposição nos meses de agosto e setembro, o que coincide com a maior deposição encontrada no

período de inverno na área de mata nativa do oeste catarinense, devido ao tipo de vegetação decidual.

Figura 12- Deposição da serapilheira na área de mata nativa em Xanxerê nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).



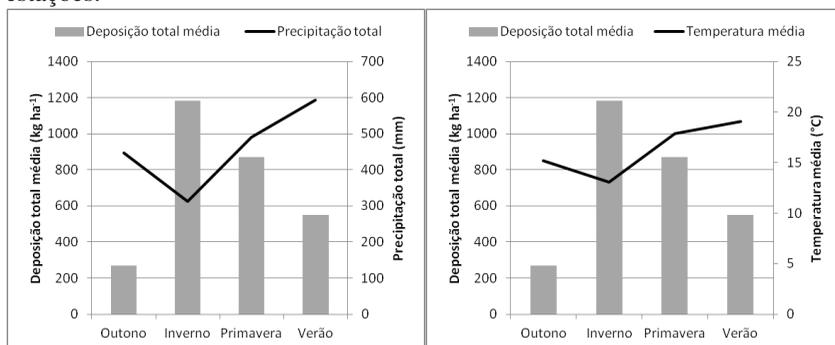
Fonte: O autor (2013).

A precipitação total e as temperaturas médias podem ser visualizadas na figura 13, A alta deposição encontrada no período de inverno, mesmo com temperaturas médias e precipitações mais amenas está provavelmente relacionada à incidência de ventos fortes os quais tem relevante influência na deposição de serapilheira.

As folhas compuseram 60,21% do total de serapilheira, 23,57% de galhos e 16,22% de miscelânea, Werneck et al.(2001) em estudo em diferentes trechos florestais com graus de perturbação distintos constataram uma contribuição das folhas na deposição da serapilheira entre 79,3 e 72,1%, sendo estes valores mais acentuados devido a maior deposição das folhas em florestas com distúrbios devido a alta

incidência de espécies pioneiras que priorizam os fotoassimilados para a produção vegetativa em um primeiro momento (MARTINS ; RODRIGUES, 1999).

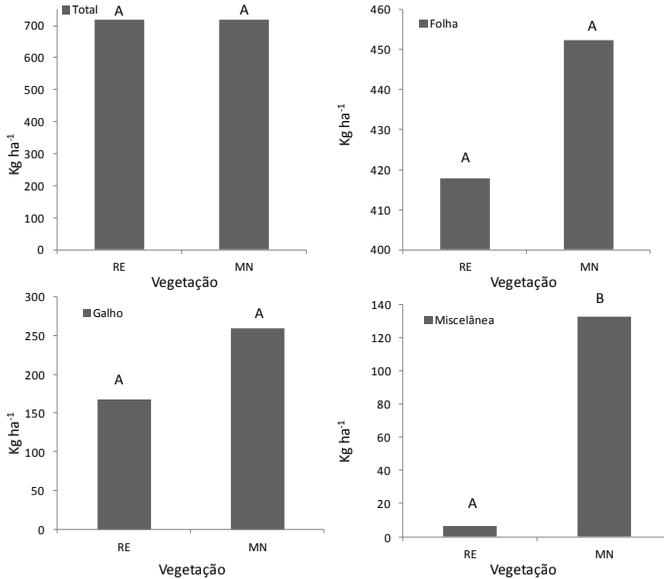
Figura 13 - Deposição média total da serapilheira com a precipitação total e temperaturas médias na área de mata nativa em Xanxerê nas diferentes estações.



Fonte: O autor (2013).

Ao comparar a deposição total entre as áreas de mata nativa e reflorestamento de eucalipto no oeste do estado não observou-se diferença significativa. O mesmo ocorreu para as frações folhas e galhos, sendo somente a fração miscelânea superior na mata nativa em relação ao reflorestamento com médias de 133 e 6 kg ha⁻¹ respectivamente (Figura 14).

Figura 14 - Deposição da serapilheira nas áreas de mata nativa e reflorestamento de eucalipto em Xanxerê nas diferentes estações. Letras distintas diferem pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).



Fonte: O autor (2013).

5.6 CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA

A caracterização florística realizada na área de mata nativa estudada na cidade de Lages analisou 250 indivíduos e identificou 35 espécies, destas, as com maior ocorrência foram *Podocarpus lamberti* e *Myrceugenia myrcioides* com 48 e 45 indivíduos respectivamente. A espécie *Araucaria angustifolia*, espécie símbolo da formação florestal da região, teve 12 indivíduos identificados, obtendo a maior circunferência a altura do peito (CAP) média de 68,16 cm (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da caracterização florística da área de mata nativa de Lages.

Nome científico	Nº	Parcelas	CAP média	Área basal Média
		cm.....	
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	45	Todas	12,57	0,01815
<i>Podocarpus lamberti</i>	48	Todas	40,49	0,01911
<i>Allophyllus edulis</i>	10	1	17,9	0,01369
<i>Araucaria angustifolia</i>	12	1, 2 e 4	68,12	0,01853
<i>Calyptanthes concinna</i>	11	1, 2 e 4	25,87	0,01888
<i>Lithraea brasiliensis</i>	10	Todas	65,97	0,01844
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	11	2, 3 e 4	39,36	0,01905
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	14	1, 2 e 4	39,01	0,01774
Outros	89	Todas	37,79	0,01293
Total indivíduos	250			
Número de espécies	35			

Fonte: O autor (2013).

Na área de mata nativa na cidade de Xanxerê foram avaliados 154 indivíduos e identificadas 23 espécies, dentre estas, as espécies *Diatenopteryx sorbifolia* e *Cupania vernalis* se destacaram na quantidade de indivíduos, com 46 e 20 indivíduos respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo da caracterização florística da área de mata nativa de Xanxerê.

Nome científico	Nº	Parcelas	CAP média	Área basal médiacm.....
<i>Cupania vernalis</i>	20	todas	45,62	0,02717
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	46	todas	47,34	0,02711
<i>Eugenia sp.</i>	8	1 e 4	47,67	0,02983
<i>Matayba elaeagnoides</i>	17	todas	46,34	0,02780
<i>Nectandra megapotamica</i>	19	todas	46,07	0,02748
Outros	44	Todas	39,68	0,02128
Total indivíduos	154			
Número de sp's	23			

Fonte: O autor (2013).

5.7 DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA

Ao avaliar a decomposição da serapilheira durante o período de um ano na área de reflorestamento de eucalipto em Lages evidenciou-se uma perda de massa significativa (19,6%) aos primeiros 15 dias de exposição a campo e esta foi continuamente decrescendo até permanecer 56,55% da quantidade de serapilheira inicial após um ano de estudo (Figura 15). Costa et al. (2005) em estudo na região norte do estado do Rio de Janeiro com um povoamento de *Eucalyptus grandis*, encontraram perda de massa de 30% e afirmam com base em diversos autores que florestas de eucalipto sob diferentes sistemas de manejo e condições climáticas apresentam baixas taxas de decomposição, normalmente inferiores a 50% da massa inicial ao ano. Levando em consideração o clima da região do planalto catarinense ter temperaturas médias inferiores ao norte do estado do Rio de Janeiro e tendo em vista que as baixas temperaturas influenciam na atividade microbológica, os resultados encontrados estão condizentes com a literatura.

Na área de mata nativa no planalto catarinense, a decomposição da serapilheira apresentou comportamento semelhante ao

reflorestamento, tendo seu pico de decomposição nos primeiros 15 dias, alcançando 14,26% de massa decomposta e uma decrescente mais acentuada no período de verão, devido provavelmente ao aumento nas temperaturas, tendo no final de um ano de exposição 41,07% de decomposição da massa inicial da serapilheira, restando 58,93% da massa inicial (Figura 15). Sousa (2003) em um estudo realizado em floresta ombrófila mista aluvial no Estado do Paraná com as bolsas de decomposição compostas somente com a fração foliar da serapilheira constataram uma porcentagem de decomposição inicial de 3 a 12% nos primeiros 60 dias, entretanto, aos 240 dias de exposição o material foliar nos diferentes ambientes dentro da floresta apresentavam entre 1 e 13% de material remanescente, apresentando uma taxa de decomposição muito maior do que a evidenciada no município de Lages. Tal fato está provavelmente ligado a composição dos materiais a serem decompostos, tendo em vista que a fração folha é a parte mais facilmente decomponível quando comparadas as miscelâneas e os galhos, devido a sua constituição química (Figura 15).

Em Campo Belo do Sul, o povoamento de eucalipto obteve o máximo de decomposição aos 30 dias, quando 35,59% da sua massa inicial foi decomposta e com 29,95% de decomposição ao final de um ano, conforme figura 15. Tal fato pode-se ser explicado devido à provável diferença entre as constituições das bolsas de decomposição. Ao avaliar a porcentagem de massa decomposta após o período de um ano de exposição, o reflorestamento de eucalipto da cidade de Campo Belo do Sul obteve a taxa de decomposição mais lenta entre todas as áreas de estudo. Selle (2007) afirma que a maior produção da biomassa depositada sobre a superfície do solo em povoamentos de Eucalipto é a contribuição do tronco (casca e galho), tendo retorno de somente uma pequena porção dos nutrientes através da decomposição das folhas.

Na região oeste a mata nativa de Xanxerê apresentou menor decomposição anual do que o reflorestamento, tendo decomposto somente 38,66% da massa de serapilheira inicial, apresentando seu pico de decomposição nos primeiros 15 dias quando compôs 10,14% da massa inicial (Figura 15). Pereira et al. (2008) em experimento realizado em um trecho de floresta ombrófila densa de Montana relatam taxa de decomposição de 40% do material inicial após 7 meses de observação, sendo constatado uma baixa decomposição.

O reflorestamento de eucalipto também apresentou uma baixa decomposição, sendo esta mais elevada nos primeiros 30 dias, quando teve 12,46% da massa inicial decomposta e novamente um acréscimo na

decomposição no período mais quente durante o verão nos tempos 240 e 270. A massa remanescente após um ano de exposição no campo foi de 56,12%, não tendo sido decomposto nem 50% do material inserido nas bolsas de decomposição (Figura 15).

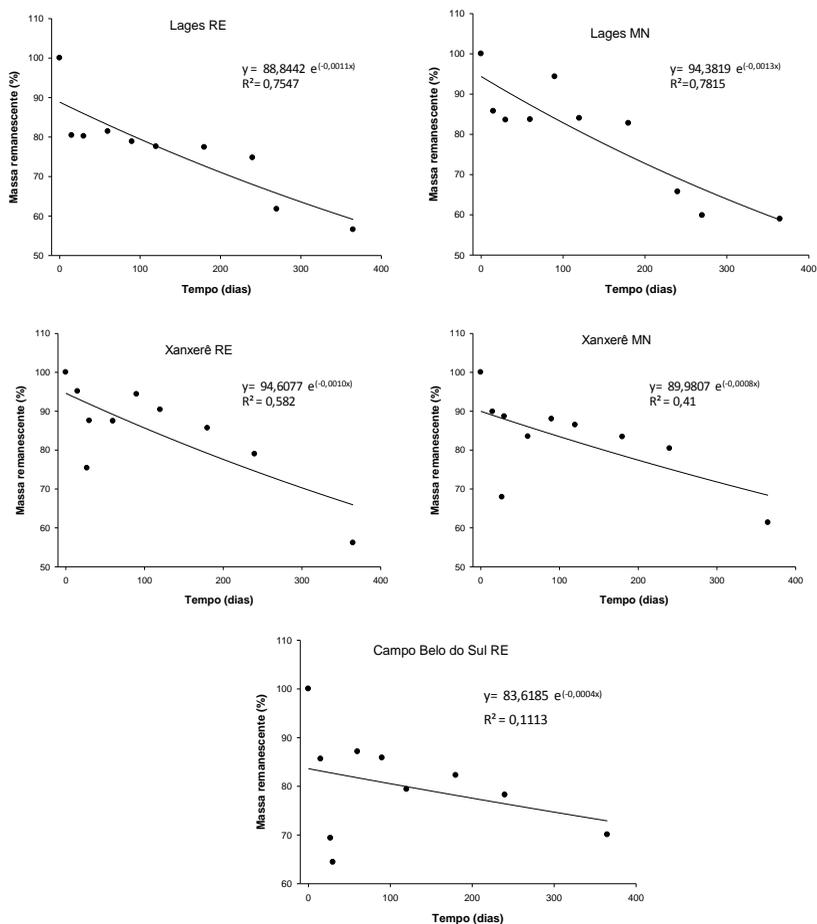
Momolii et al. (2012) em estudo realizado no oeste do estado do Rio Grande do Sul com um povoamento de *Eucalyptus dunii* constataram uma decomposição de 45% da massa foliar inicial, resultado semelhante ao encontrado no reflorestamento de eucalipto da cidade de Xanxerê (43,87%), com a ressalva de que o material contido nas bolsas do oeste catarinense continham além da fração folhas, também continham galhos que são materiais de decomposição mais lenta devido a constituição química desta fração.

As curvas de regressão da massa remanescente em relação ao tempo de exposição das bolsas de cada área estudada, bem como suas equações e os respectivos R^2 podem ser visualizadas na figura 15.

As constantes de decomposição K estão apresentadas na tabela 4. Todas as áreas estudadas apresentaram valores muito baixos de K quando comparados à literatura, entretanto estes valores baixos representam a baixa decomposição encontrada em todas as áreas estudadas, tanto nos reflorestamentos de eucalipto, onde é comum uma menor decomposição da serapilheira, quanto nas áreas de mata nativa. Cianciaruso et al. (2006), em um experimento realizado no Estado de São Paulo em uma floresta de cerradão obtiveram valor da constante de decomposição K de 0,0023, valor semelhante ao encontrado na mata nativa de Xanxerê, evidenciando uma baixa taxa de decomposição.

Fernandes et al. (2006) em estudo em áreas de floresta secundária espontânea, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e plantio de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na cidade de Seropédica, RJ, encontraram valores da constante de decomposição de 0,014478 e 0,043435 respectivamente, valores superiores aos encontrados no presente estudo, demonstrando taxas de decomposição mais rápidas do que as das áreas catarinenses.

Figura 15 – Regressões da massa remanescente em relação ao tempo de exposição das bolsas nas cinco áreas estudadas da região oeste e planalto catarinense com o período de um ano de duração. RE = Reflorestamento de Eucalipto e MN = Mata Nativa.



Fonte: O autor (2013).

Tabela 4 – Constantes de decomposição K médias das áreas de estudo do planalto e oeste catarinense.

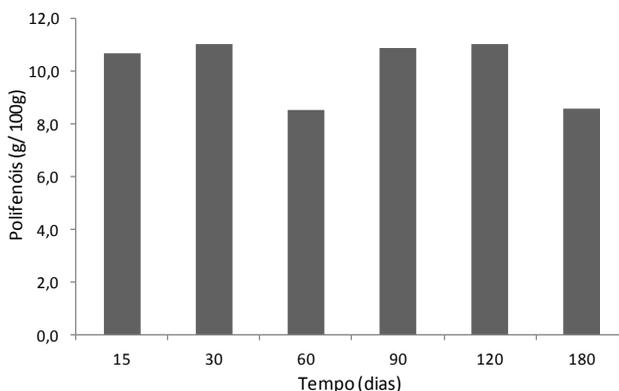
Cidade	Vegetação	K média
Lages	Reflorestamento de eucalipto	0,004
Xanxerê	Reflorestamento de eucalipto	0,0018
Campo Belo do Sul	Reflorestamento de eucalipto	0,004
Lages	Mata nativa	0,0031
Xanxerê	Mata nativa	0,0024

Fonte: O autor (2013).

5.8 ANÁLISES QUÍMICAS DA SERAPILHEIRA DECOMPONÍVEL

Ao analisar a quantificação dos polifenóis totais constituintes da serapilheira acondicionada nas bolsas de decomposição na região do planalto, a serapilheira do reflorestamento de eucalipto variou entre 8,56 a 11,05 mg/100g de amostra (Figura 16), não apresentando correlação significativa com o tempo de exposição da serapilheira, nem com a porcentagem da massa remanescente.

Figura 16 - Teores de Polifenóis totais(g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de reflorestamento de eucalipto em Lages.

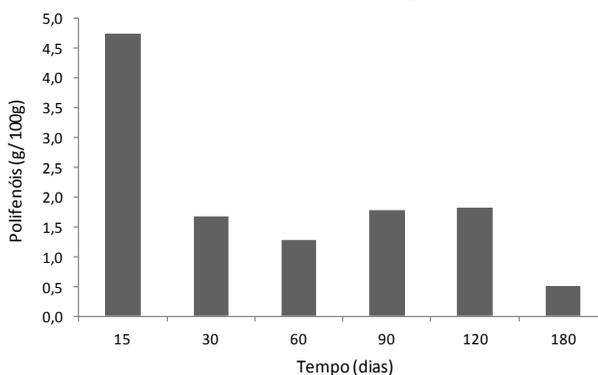


Fonte: O autor (2013).

Na área de mata nativa de Lages, a proporção de polifenóis foi bem inferior a encontrada na área de reflorestamento da mesma região,

sendo que os valores variaram de 0,5 a 4,75 mg/100g (Figura 17). Ao analisar a correlação entre as variáveis tempo, porcentagem de massa remanescente e polifenóis totais pelo teste de Pearson (5% de significância), pôde-se constatar uma correlação significativa negativa de -0,64 entre os polifenóis e o tempo, indicando que com o aumento do tempo de exposição da serapilheira a decomposição diminui os teores de polifenóis totais.

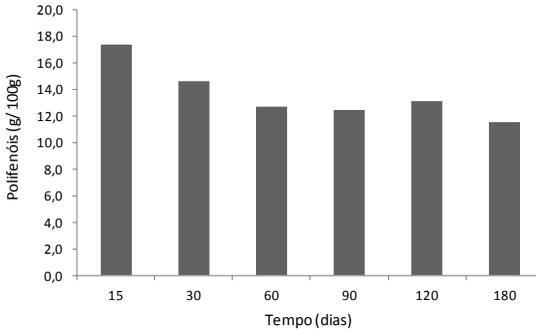
Figura 17 - Teores de polifenóis totais (g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de mata nativa em Lages.



Fonte: O autor (2013).

Em Campo Belo do Sul, a área de reflorestamento de eucalipto apresentou uma variação na quantidade de polifenóis constituintes da serapilheira de 17,34 à 11,50 g/100g (figura 18). As variáveis polifenóis totais e o tempo apresentaram correlação negativa significativa ($p \leq 0,05$) com valor de -0,53, demonstrando que com o passar do tempo, a concentração dos polifenóis totais vai diminuindo.

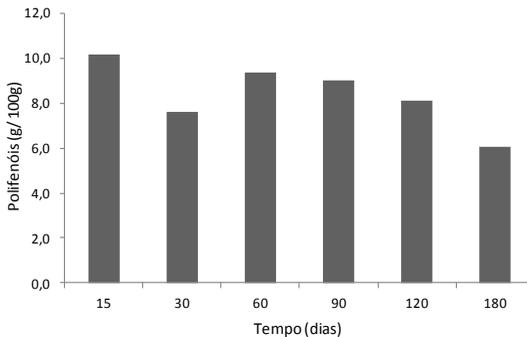
Figura 18 - Teores de polifenóis totais (g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul.



Fonte: O autor (2013).

Em Xanxerê, a quantidade de polifenóis constituintes da serapilheira do reflorestamento de eucalipto variou entre 10,15 a 6,08 g/100g (Figura 19). Ao efetuar a análise de correlação de Pearson a 5% de significância entre o tempo de exposição, a massa remanescente e a quantidade de polifenóis totais da serapilheira, não foi observada correlação significativa entre as variáveis.

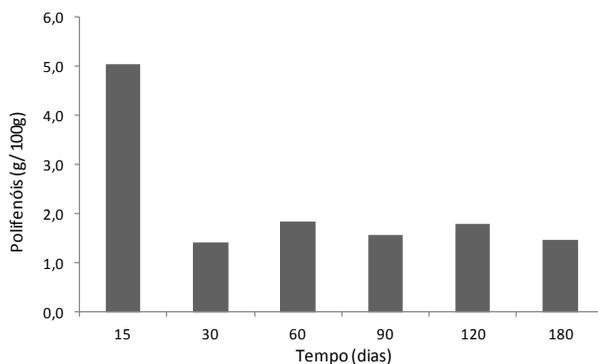
Figura 19- Teores de polifenóis totais (g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de reflorestamento de eucalipto em Xanxerê.



Fonte: O autor (2013).

Na mata nativa da região oeste, os polifenóis totais constituintes da serapilheira variaram entre 5,03 e 1,46 g/100g, conforme apresentados na figura 20. Observou-se correlação significativa negativa ($P \leq 0,05\%$) entre o tempo de exposição das bolsas e a quantidade de polifenóis da serapilheira de -0,53, demonstrando novamente que os polifenóis constituintes da serapilheira da mata nativa vão diminuindo com o aumento do tempo.

Figura 20– Teores de polifenóis totais (g/100g) nos diferentes tempos de exposição da serapilheira a campo na área de mata nativa em Xanxerê.



Fonte: O autor (2013).

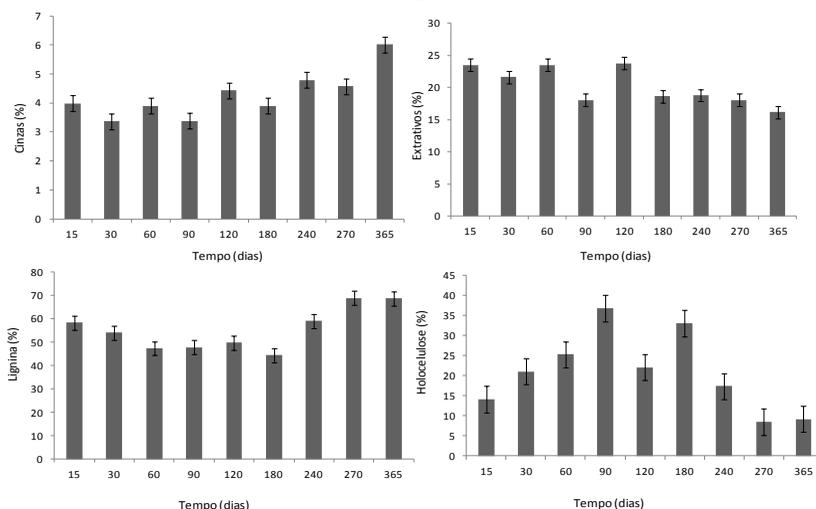
Pôde-se evidenciar uma diferença grande entre as concentrações dos polifenóis entre as áreas de mata nativa e reflorestamento de eucalipto, sendo seus valores muito superiores neste último o que teoricamente acarretaria numa decomposição mais lenta da serapilheira, devido a presença mais acentuada de polifenóis, os quais agem como barreira a ação de degradação pelos organismos decompositores. Jacobson et al. (2007) em estudo preliminar da quantificação das concentrações de fenóis totais das folhas em indivíduos adultos das espécies *Schefflera macrocarpa* e *Vochysia thyrsoidea* observaram 3,46 e 4,22 g/100g, o que se aproxima dos valores encontrados nas áreas de mata nativa de ambas as regiões avaliadas do estado de Santa Catarina.

Costa et al. (2012) em experimento realizado na cidade de Esperantina – TO, observaram valores abaixo de 4g/100g de polifenóis totais para área de mata nativa, o que se aproxima dos valores encontrados nas áreas de mata nativa do planalto e oeste catarinense. Além da mata nativa, foi avaliado também outros sistemas, dentro deles

um sistema agroflorestal com mais de 60 espécies cultivadas, sendo destas o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e o bacuri (*Platonia insignis*) as principais culturas econômicas do sistema, onde os valores dos polifenóis totais deste ecossistema manejado variaram entre 6 e 12g/100g, o que foi observado também nas áreas de reflorestamento de eucalipto das três cidades catarinenses.

O comportamento dos teores de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose da serapilheira remanescente na área de eucalipto são apresentados na figura 21. Pôde-se evidenciar aumento da porcentagem de cinzas e lignina com o decorrer dos tempos de decomposição e um comportamento contrário nos teores de extrativos e holocelulose. Tal fato é decorrente da constituição destas frações orgânicas, tendo em vista que a lignina é o componente mais resistente à degradação.

Figura 21 - Comportamento da porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira no reflorestamento de eucalipto em Lages no período de 365 dias.



Fonte: O autor (2013).

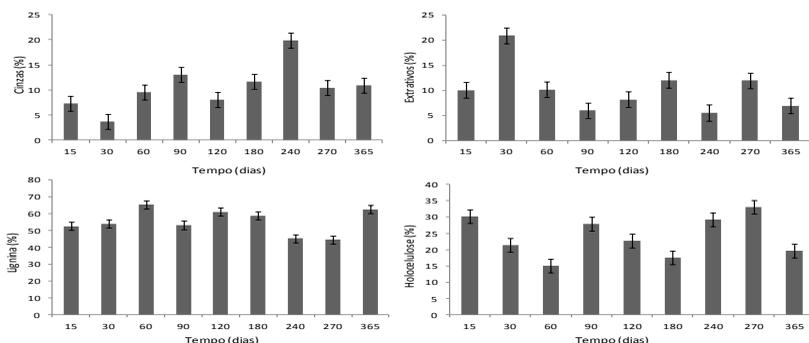
Barreto et al. (2008) em estudo realizado em Aracruz-ES, com eucaliptos de diferentes idades observou valores entre 112 a 302 g/kg de lignina em povoamentos com distintas idades, sendo o maior valor atribuído a maior idade (13 anos). Tais valores são inferiores aos encontrados neste estudo na área de Lages, tendo em vista que os

valores encontrados estão entre 686,5 e 583,3 g/kg de massa seca. Tal fato está provavelmente atrelado à diferença entre os solos, o clima da região e a espécie dos experimentos. Tendo em vista os altos valores encontrados de lignina para o reflorestamento em Lages, a decomposição da serapilheira apresenta-se mais lenta, pois estas frações são de difícil decomposição, aumentando assim a permanência da serapilheira na superfície do solo. Os valores de holocelulose constituintes da serapilheira são semelhantes aos encontrados no presente estudo, os quais em média ficaram com 208,18g/kg de massa seca e os encontrados pelos autores ficaram entre 120 e 262 g/kg.

Na área de mata nativa do planalto, os teores de extrativos apresentaram um decréscimo com o passar do tempo, entretanto os demais constituintes (lignina, holocelulose e cinzas) não apresentaram padrão definido em relação ao tempo de exposição das bolsas a campo (figura 22). Ao comparar as áreas de estudo no planalto, pôde-se verificar a presença de valores menores em comparação ao reflorestamento de eucalipto com relação à porcentagem de extrativos, porém apresentou maiores valores no teor de cinzas e holocelulose.

Oliveira e Carvalho (2009) em experimento realizado com amostras de serapilheira foliar em *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* encontraram valores de lignina que variaram entre aproximadamente 37 e 23% e de celulose entre 22,5 e 45%. Tais diferenças ocorreram devido ao material analisado ser diferente, sendo analisada somente a fração folha, a qual tem menores teores de lignina do que os galhos e cascas da serapilheira.

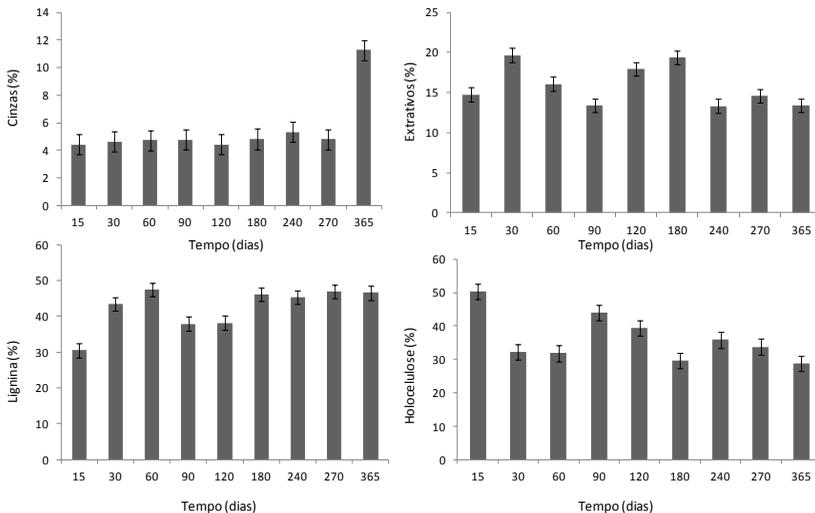
Figura 22 - Porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira na mata nativa em Lages no período de 365 dias.



Fonte: O autor (2013).

Na área de reflorestamento de eucalipto na cidade de Campo Belo do Sul, os teores de holocelulose apresentaram um comportamento decrescente no decorrer do tempo em contrapartida os teores de lignina demonstraram suave crescimento com o passar do tempo de exposição da serapilheira a campo (Figura 23). Tal comportamento pode ser explicado pela composição de cada componente, sendo a lignina um material de difícil decomposição, tendo maior permanência na superfície do solo e consequentemente apresentando maior percentual na serapilheira remanescente a médio e longo prazo.

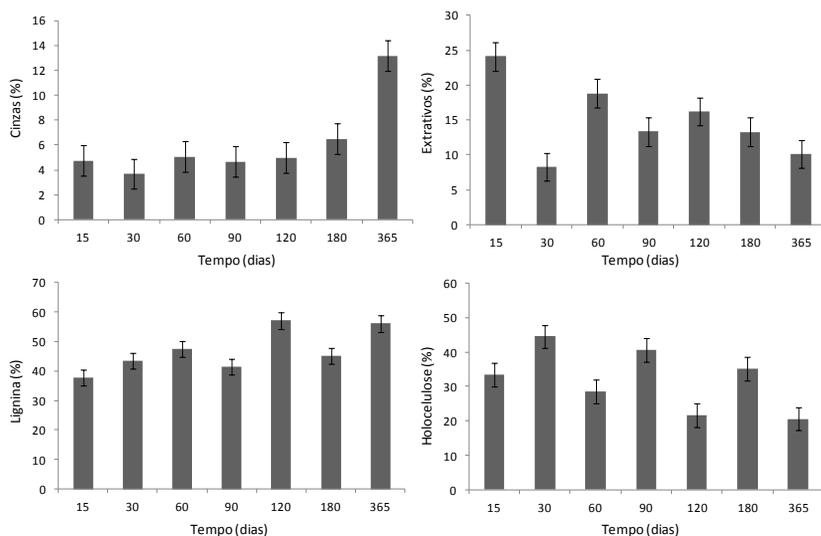
Figura 23 - Porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira no reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul no período de 365 dias.



Fonte: O autor (2013).

Na área de reflorestamento de eucalipto da região oeste os teores de extrativos apresentaram uma tendência decrescente com o passar dos tempos, o mesmo comportamento foi observado para os teores de holocelulose. Os teores de lignina e cinzas apresentaram leve crescimento com o passar dos tempos (figura 24).

Figura 24 - Porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira no reflorestamento de eucalipto em Xanxerê no período de 365 dias.



Fonte: O autor (2013).

Costa et al. (2005) em experimento realizado na São Francisco do Itabapoana, na região norte do Estado do Rio de Janeiro, com a espécie *Eucalyptus grandis*, constaram valores de lignina remanescente entre 233 e 283 g/kg, o que difere do encontrado no reflorestamento do oeste, tendo em vista a diferença entre os solos, climas e espécies analisadas.

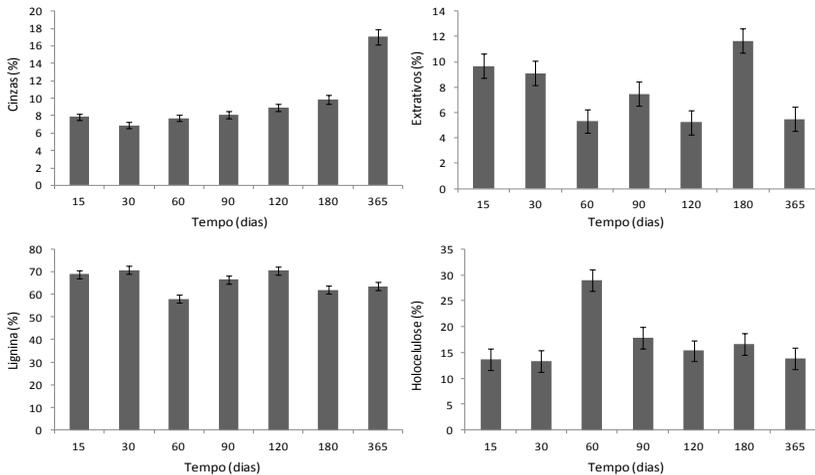
Barreto et al. (2008) em estudo realizado com plantios de eucalipto em diferentes idades constataram que o teor de lignina foi significativamente menor na idade de um ano em relação aos povoamentos com maior idade, demonstrando assim uma tendência crescente da quantidade desta fração orgânica com o avanço da idade dos povoamentos.

O comportamento dos teores de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose da serapilheira remanescente na área de mata nativa na cidade de Xanxerê (Figura 25) foram analisados onde se pôde evidenciar um aumento da porcentagem de cinzas e um decréscimo nos teores de extrativos com exceção do tempo 180. Kataguirí (2006) em uma área de reflorestamento heterogêneo de espécies nativas de uma floresta

estacional semidecidual, com implantação em 1988 e uma unidade de conservação a Estação Ecológica de Ribeirão Preto constaram valores entre 22,7 e 36,8% de massa seca de lignina. Os valores encontrados são bem inferiores aos encontrados na mata nativa de Xanxerê (valores entre 57,99 e 68,88%), sendo as diferentes espécies e os diferentes climas e solos os prováveis motivadores destas diferenças.

Ao comparar os valores encontrados na região oeste entre as áreas de mata nativa e reflorestamento de eucalipto, ficou evidente maiores valores da porcentagem de extrativos e holocelulose na área de reflorestamento e uma menor quantidade de lignina.

Figura 25 - Porcentagem de cinzas, lignina, extrativos e holocelulose remanescentes da serapilheira na mata nativa em Xanxerê no período de 365 dias.



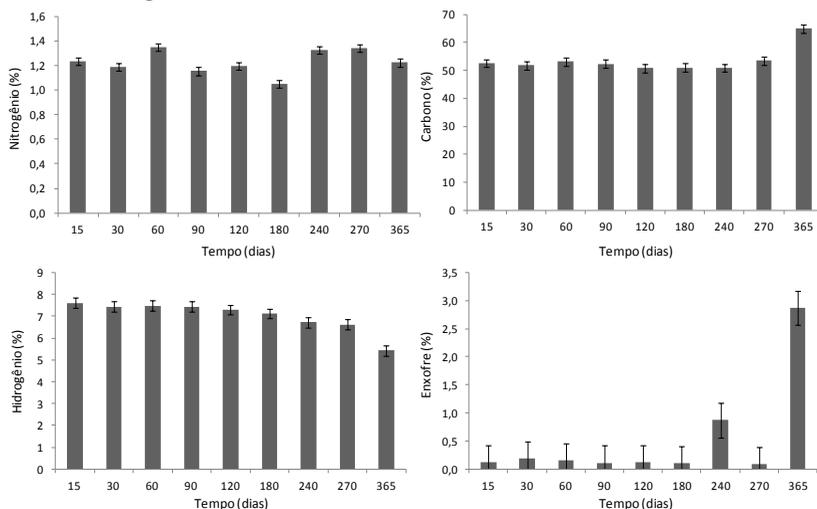
Fonte: O autor (2013).

O comportamento da composição elementar da serapilheira com o passar dos tempos de exposição a decomposição na área de reflorestamento de eucalipto em Lages pode ser visualizado na figura 26. As taxas de nitrogênio constituintes da serapilheira demonstram uma decrescente tendência com o passar dos tempos, enquanto os demais parâmetros demonstraram oscilações durante os tempos. Pode ser observada uma crescente no tempo de 365 dias em relação aos teores de enxofre e carbono. Tal fato pode ser parcialmente explicado por Luizão (1982), que, segundo o autor, a possível presença de proteínas nos microrganismos decompositores junto à serapilheira em decomposição e

outros compostos orgânicos resultantes da ação da fauna edáfica, podem produzir um aumento significativo nos teores de carbono e enxofre do material.

Costa et al., (2005) em experimento realizado na São Francisco do Itabapoana, na região norte do Estado do Rio de Janeiro, com a espécie *Eucalyptus grandis*, observaram valores entre 9,89 e 13,85 g/kg de nitrogênio na serapilheira o que fica próximo dos valores encontrados na área de reflorestamento do planalto com média de 12,3 g/kg, sendo esta diferença provavelmente relacionada a composição da serapilheira analisada, pois esta só continha a fração folhas, enquanto o presente estudo analisou folhas galhos e miscelânea.

Figura 26 - Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área de reflorestamento de eucalipto na cidade de Lages.



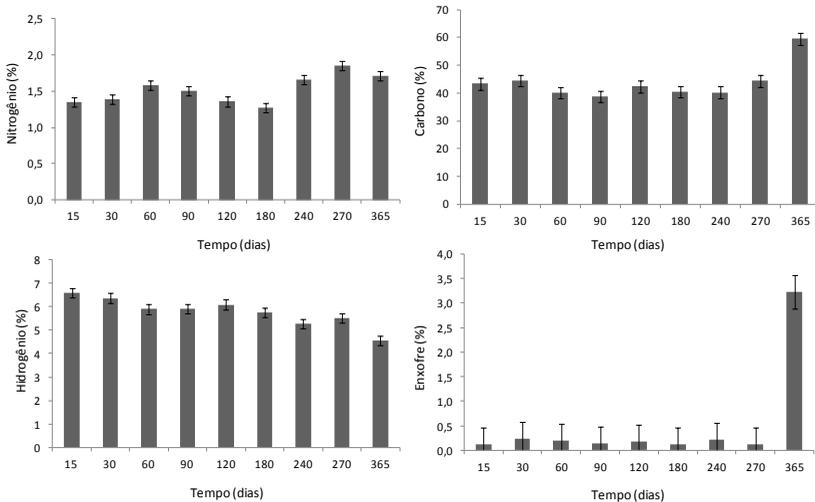
Fonte : O autor (2013).

Na área de mata nativa do planalto catarinense, o comportamento dos teores de enxofre foi semelhante aos do reflorestamento, sendo evidenciado um aumento abrupto nos teores de enxofre no tempo 365. Entretanto o hidrogênio mostrou comportamento decrescente com o passar dos tempos, já o nitrogênio aumentou nos últimos tempos de estudo, o que provavelmente contribuiu para uma maior decomposição da serapilheira neste período em função dos

microrganismos utilizarem a serapilheira como fonte de N para seu desenvolvimento (figura 27).

Ruthner e Sevegnani (2012), em estudo realizado em floresta ombrófila densa de terras baixas em Navegantes - SC e submontana em Blumenau-SC, encontraram valores de carbono entre 38,45 e 44,31% na floresta submontana e 39,8 e 42,75% em Navegantes. Os valores encontrados são menores que os da região de Lages, devido provavelmente a diferença entre os solos, clima e a composição florística e consequentemente da serapilheira.

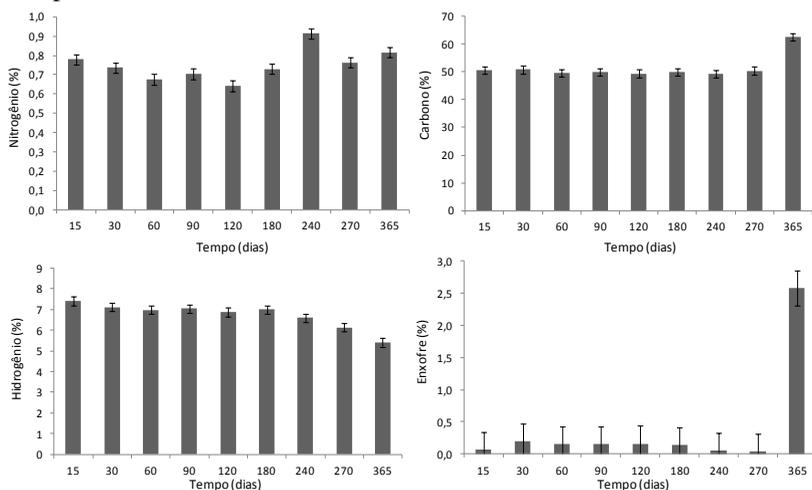
Figura 27 - Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área de mata nativa na cidade de Lages.



Fonte : O autor (2013).

Em Campo Belo do Sul o comportamento da composição elementar da serapilheira do reflorestamento de eucalipto durante os tempos de exposição das bolsas de serapilheira no período de um ano podem ser visualizadas na figura 28, os teores de carbono se mantiveram praticamente constantes durante os tempos, tendo um acréscimo de aproximadamente 10% no tempo 365. O hidrogênio demonstrou um decréscimo com o passar do tempo de exposição da serapilheira, e como nas outras áreas estudadas o enxofre apresentou grande aumento na constituição da serapilheira no tempo 365 em comparação aos demais tempos.

Figura 28 - Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área de reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul.



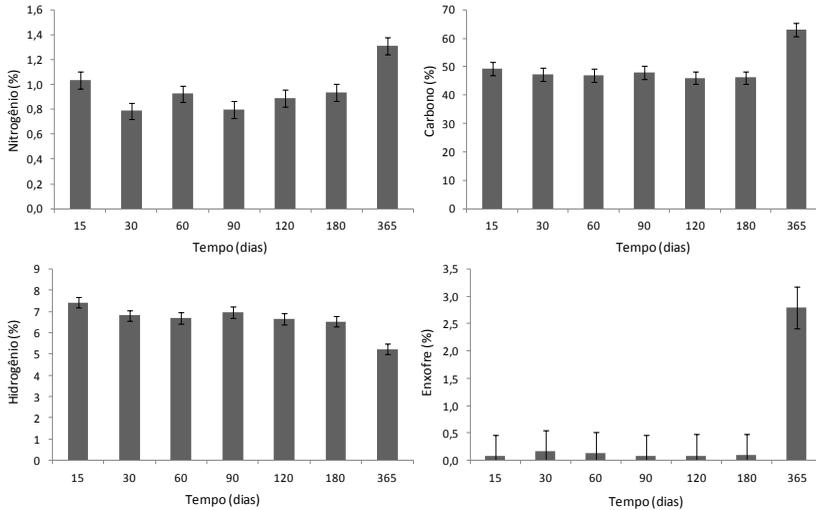
Fonte : O autor (2013).

A taxa de decomposição de resíduos vegetais está relacionada diretamente com o decréscimo na sua relação fenóis/N, assim como na relação C/N. Em geral, se o teor de lignina estiver abaixo de 20%, a maior parte do litter compreende polissacarídeos estruturais, prontamente degradados por microrganismos decompositores, e a taxa de decomposição pode ser predita pela relação inicial C/N ou, simplesmente, pelo teor de N (MÖLLER et al., 2002).

Cianciaruso et al, (2006) afirmam que dentre os fatores que influenciam na decomposição da serapilheira, a composição química, em especial a quantidade de substâncias lixiviáveis e solúveis em água são de suma importância na velocidade com que ocorrem os processos de decomposição e incorporação da serapilheira.

Na área de reflorestamento de eucalipto de Xanxerê, o comportamento dos teores de hidrogênio com o passar dos tempos foi decrescente, enquanto os demais elementos não apresentaram uma tendência definida, com flutuações aleatórias com o passar dos tempos (Figura 29).

Figura 29- Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área reflorestamento de eucalipto em Xanxerê.



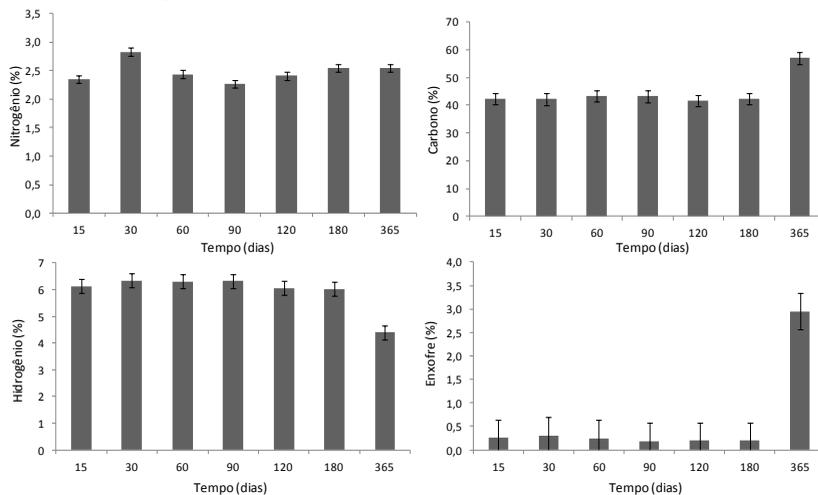
Fonte : O autor (2013).

Barreto et al. (2008) observaram valores de carbono entre 40,40 e 48,30 g/kg e 6,69 e 13,03g/kg de nitrogênio na serapilheira em povoamentos de eucalipto com diferentes idades. Os valores médios de nitrogênio encontrados no reflorestamento em Xanxerê se assemelham, estando entre 9,5 g/kg, já os valores de carbono foram inferiores aos do presente estudo, apontando uma alta relação C/N na área do oeste, o que ocasiona na baixa taxa de decomposição dos resíduos. Jordan (1985) aponta que uma relação C/N alta influencia de forma significativa na decomposição do material orgânico, sendo quanto menor esta relação, maior a velocidade da decomposição e incorporação dos resíduos vegetais ao solo. O autor também aponta que relações C/N com valores em torno de 25 apontam para um bom fornecimento de carbono e nitrogênio para os organismos decompositores.

Na área de mata nativa do oeste catarinense, foi observado comportamento semelhante à área de reflorestamento da mesma localidade em relação aos teores de carbono e enxofre, sendo a nitrogênio com flutuações aleatórias no decorrer dos tempos e uma

queda considerável nos teores de hidrogênio no tempo de 365 dias (figura 30).

Figura 30 - Composição elementar da serapilheira no período de 365 dias de exposição a campo na área de mata nativa em Xanxerê.



Fonte: O autor (2013).

Kataguirí (2006) em uma unidade de conservação, a Estação Ecológica de Ribeirão Preto composta por floresta estacional semi decidual observaram valores entre 0,6 e 0,12% de nitrogênio, 35 e 44,3% de carbono. Os valores observados na mata nativa em Xanxerê foram superiores, tendo em vista que as formações florestais são distintas, bem como os climas e solos das regiões.

Na tabela 5 estão apresentadas às correlações lineares entre a composição química, elementar e a massa remanescente da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto na cidade de Lages.

Tabela 5 – Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Lages.

	CIN	EXT	LIG	HOLO	N ₂	C	H	S
CIN	1							
EXT	-0,1178	1						
LIG	0,7065*	-0,1469	1					
HOLO	-0,6680*	-0,3024	-0,8967*	1				
N ₂	0,1556	0,0366	0,2226	-0,2303	1			
C	0,7395*	-0,2597	0,5955*	-0,4832*	0,0471	1		
H	-0,8916*	0,3742*	-0,6925*	0,5324*	-0,0450	-0,7534*	1	
S	0,7561*	-0,2563	0,4854*	-0,3865*	0,0363	0,7957*	-0,7774*	1
MR	-0,7420*	0,3120	-0,7206*	0,5734*	-0,1502	-0,6806	0,7867	-0,5676*

(*) apontam diferença significativa entre as variáveis a 5% de significância. CIN= cinzas; EXT= extrativos totais; LIG=lignina; HOLO=holocelulose; N₂= nitrogênio; C= carbono; H= hidrogênio; S= enxofre; MR = Massa remanescente.

Fonte: O autor (2013).

Pode-se observar correlação significativa negativa (Pearson a 5% de significância) em relação aos teores de cinzas, lignina e enxofre, demonstrando que o quanto menor a massa remanescente, maior a quantidade destes elementos na constituição da serapilheira. Lignina e cinzas demonstraram alta correlação negativa, entre 72 e 74% respectivamente, o que indica a permanência mais duradoura desses elementos na serapilheira em decomposição. Em contrapartida, os teores de holocelulose demonstraram correlação positiva com a massa remanescente, ficando evidente o decréscimo destes com a diminuição da massa da serapilheira, por ser uma fração mais facilmente decomponível.

Monteiro e Gama-Rodrigues (2004), afirmam que altas concentrações de lignina e polifenóis conferem uma taxa de decomposição mais lenta, com maior acúmulo de serapilheira e menor liberação de nutrientes ao solo, restando com o passar do tempo, somente os elementos de difícil decomposição que são decompostos por organismos específicos.

Com relação à correlação da constituição da serapilheira e a massa remanescente da mata nativa em Lages, se pode evidenciar correlação negativa significativa entre os teores de nitrogênio, carbono e enxofre, apontando que quanto menor a massa remanescente, maior a quantidade destes elementos na constituição da serapilheira. Os teores de hidrogênio se mostraram correlacionados positivamente com a serapilheira remanescente, o que implica em quanto menor a quantidade de serapilheira remanescente, menor o conteúdo deste elemento na composição do resíduo (Tabela 6).

Tabela 6 – Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de mata nativa em Lages.

	CIN	EXT	LIG	HOLO	N ₂	C	H	S
CIN	1							
EXT	-0,7221*	1						
LIG	-0,3524*	-0,0255	1					
HOLO	0,2449	-0,1859	-0,8989*	1				
N ₂	0,2978	-0,2155	-0,2501	0,2401	1			
C	-0,1554	-0,0250	0,1750	-0,0813	0,3624*	1		
H	-0,4606*	0,3909*	-0,0906	0,1374	-0,2826*	-0,1528	1	
S	0,0277	-0,2468	0,3570*	-0,2579	0,2575	0,8118*	-0,6043*	1
MR	-0,3202	0,1487	0,2613	-0,1919	-0,5993*	-0,5077*	0,5537*	-0,5149*

(*) apontam diferença significativa entre as variáveis a 5% de significância. CIN= cinzas; EXT= extrativos totais; LIG=lignina; HOLO=holocelulose; N₂= nitrogênio; C= carbono; H= hidrogênio; S= enxofre; MR = Massa remanescente.

Fonte: O autor (2013).

Em Campo Belo do Sul, na área de reflorestamento de eucalipto, foram observadas correlações negativas significativas (Pearson a 5%) entre a massa remanescente e os teores de lignina e carbono e correlações positivas significativas entre o hidrogênio e a holocelulose, apontando que quanto menor o conteúdo de massa remanescente, menor o conteúdo de hidrogênio e holocelulose dos resíduos (tabela 7).

Pegoraro et al. (2011) afirmam que a serapilheira de eucalipto tem apresentado altos teores de compostos fenólicos e baixa disponibilidade de nitrogênio, o que implica numa redução da atividade

e conseqüentemente da população microbiana decompositora, influenciando na maior estabilização dos compostos orgânicos na matéria orgânica do solo.

Tabela 7 - Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Campo Belo do Sul.

	CIN	EXT	LIG	HOLO	N ₂	C	H	S
CIN	1							
EXT	-0,3817*	1						
LIG	0,3283	0,1064	1					
HOLO	-0,4166*	-0,3445*	-0,9361*	1				
N ₂	0,2449	-0,1893	0,1205	-0,0984	1			
C	0,9268*	-0,2573	0,2069	-0,3444*	0,3064*	1		
H	-0,803*	0,4156*	-0,5373*	0,5126*	-0,1305	-0,6353*	1	
S	0,9800*	-0,2904	0,2566	-0,3875*	0,1593	0,9408*	-0,7552*	1
MR	-0,3066	-0,1641	-0,3334*	0,4185*	-0,1254	-0,3931*	0,3451*	-0,2881

(*) apontam diferença significativa entre as variáveis a 5% de significância.

CIN= cinzas; EXT= extrativos totais; LIG=lignina; HOLO=holocelulose;

N₂= nitrogênio; C= carbono; H= hidrogênio; S= enxofre; MR = Massa

remanescente

Fonte: O autor (2013).

Na área de reflorestamento de eucalipto em Xanxerê, houve comportamento semelhante ao reflorestamento do planalto, tendo correlação negativa significativa entre a massa remanescente e os teores de cinzas, lignina e enxofre, além de nitrogênio e carbono (Tabela 8). É possível identificar uma relação entre a decomposição e os teores de nitrogênio e carbono, sendo quanto maior a quantidade de carbono em relação a uma mesma porção de nitrogênio, mais difícil a decomposição do resíduo, resultando em alta massa da fração húmica (ERNANI, 2008). Entretanto, foi observada correlação positiva significativa entre os teores de extrativos, holocelulose e hidrogênio com a massa remanescente.

Tabela 8 - Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de reflorestamento de eucalipto em Xanxerê.

	CIN	EXT	LIG	HOLO	N ₂	C	H	S
CIN	1							
EXT	-0,3227	1						
LIG	0,5661*	-0,3167	1					
HOLO	-0,6128*	-0,2271	-0,8114*	1				
N ₂	0,7258*	0,0512*	0,3133	-0,5362*	1			
C	0,8698*	-0,2695	0,3856*	-0,4542*	0,8132*	1		
H	-0,8389*	0,5282	-0,6776*	0,5235*	-0,3643	-0,5589*	1	
S	0,9608*	-0,3972*	0,5456*	-0,5385*	0,6980*	0,9174*	-0,8257*	1
MR	-0,9023*	0,4556*	-0,5689*	0,5019*	-0,6920*	-0,8206*	0,8030*	-0,9189

(*) apontam diferença significativa entre as variáveis a 5% de significância.

CIN= cinzas; EXT= extrativos totais; LIG=lignina; HOLO=holocelulose; N₂= nitrogênio; C= carbono; H= hidrogênio; S= enxofre; MR = Massa remanescente

Fonte: O autor (2013).

Na tabela 9 estão apresentadas as correlações lineares entre a composição química, elementar e a massa remanescente da serapilheira na área de mata nativa da região oeste. As correlações se mostraram semelhantes à mesma área de mata nativa do oeste, apontando correlações negativas significativas entre os teores de carbono, enxofre e cinzas, demonstrando que o quanto menor a massa remanescente, maior a quantidade destes elementos na constituição da serapilheira.

Tabela 9 – Correlação linear de Pearson entre as porcentagens de cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e da massa remanescente da serapilheira na área de mata nativa em Xanxerê.

	CIN	EXT	LIG	HOLO	N ₂	C	H	S
CIN	1							
EXT	-0,3009	1						
LIG	-0,1567	0,0974	1					
HOLO	-0,1743	-0,277	-0,9003*	1				
N ₂	0,1687	-0,2021	-0,1285	0,1130	1			
C	0,4955*	-0,3783*	-0,2049	0,1038	0,8698*	1		
H	-0,1742	-0,1594	-0,1259	0,2394	0,8698*	0,7554*	1	
S	0,9518*	-0,3787*	-0,1292	-0,1559	0,2338	0,5367*	-0,1389	1
MR	-0,8732*	0,3296	0,1574	0,1122	-0,2704	-0,5071*	0,0889	-0,8783*

(*) apontam diferença significativa entre as variáveis a 5% de significância.

CIN= cinzas; EXT= extrativos totais; LIG=lignina; HOLO=holocelulose; N₂= nitrogênio; C= carbono; H= hidrogênio; S= enxofre; MR = Massa remanescente

Fonte: O autor (2013).

6 CONCLUSÃO

A deposição de serapilheira avaliada durante as diferentes estações do ano nas áreas estudadas na região do planalto foi superior nas estações primavera e verão, com valores entre 1131 e 748 kg ha⁻¹. Já nas áreas da região oeste, a deposição da serapilheira foi superior nas estações primavera e inverno, com valores entre 1183 e 807,21 kg ha⁻¹. A contribuição da fração folha foi a mais significativa em todas as áreas estudadas(em torno de 60%), sendo esta a maior parte da serapilheira depositada sobre a superfície do solo. Ao comparar as áreas de mata nativa e reflorestamento e suas frações, pôde-se constatar uma superioridade na quantidade de miscelânea nas áreas de mata nativa em relação aos reflorestamentos de eucalipto.

As taxas de decomposição da serapilheira em todas as áreas estudadas nas duas regiões apresentaram valores muito baixos(entre 0,0018 e 0,004), acarretando numa decomposição lenta e conseqüentemente no acúmulo de resíduos vegetais sobre as superfícies dos solos.

A decomposição e a conseqüente liberação de nutrientes são dependentes dos teores de lignina, enxofre e cinzas, tendo em vista a maior quantidade destes elementos nas massas remanescentes da serapilheira decomposta o que implica numa menor decomposição com altos teores destes. Os teores de holocelulose são condicionantes a decomposição da serapilheira, sendo quanto maiores os teores presentes na composição química dos resíduos vegetais, mais fácil a decomposição da serapilheira.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. G de et al. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 55-63. 2003.

Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – ABTCP. **Normas técnicas ABCP**. São Paulo: ABCTP, 1974.

BACKES, A. et al. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana – BA, v. 19, n. 1, p. 155-160. 2005.

BAMBI, P. et al. Decomposição e redistribuição de nutrientes das folhas de espécies da floresta de transição Amazônia - Cerrado, MT. **Ciência e Natura**, Santa Maria-RS, v. 33, n.1, p. 17 – 31. 2011.

BARRETO, P. A. B. et al. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em seqüência de idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa–MG, v. 32, p. 611-619. 2008.

BARRETO, P. A. B. et al. Nitrogen balance in soil under eucalyptus plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa–MG, v.36, p. 1239-1248. 2012.

BAYER, C. ; MIELNICZUK, J. **O solo como sistema**. 1ª ed. Curitiba: Edição dos Autores,104 p. 2011.

BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R. A.; SILVA, H. D da. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 56, p. 31-41. 2008.

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, abr./jun. 2007.

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) na região metropolitana de Curitiba-PR.** 1997. 177 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CASTANHO, C. T. **Fatores determinantes no processo de decomposição em florestas do Estado de São Paulo.** 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto - São Paulo.

CIANCIARUSO, M. V. et al. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana – BA, v. 20, n. 1, p. 49-59. 2006.

CORRÊA, R. S. et al. Deposição de serapilheira e macronutrientes em povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden sobre pastagem natural degradada no bioma pampa. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 065-074, mar. 2013.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. **Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes.** In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (2ªed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. Porto Alegre: Metrópole, p. 137-157. 2008.

COSTA, G. S. decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 563-570. 2005.

COSTA, F. R da. et al. Acúmulo e qualidade da serrapilheira em sistemas agrícolas de baixo carbono na região da pré-Amazônia. In: FERTBIO 2012, Maceió -AL, 17 a 21 de setembro. Disponível em: <http://www.files.scire.net.br/atricio/ufg-ppga_upl/PRODUCTION/13756/fertbio1560.pdf>. Acesso em: 05/07/2012.

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

ERNANI, P. R., 2008. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes / Paulo Roberto Ernani** – Lages: O autor, 2008. 230p.

FERNANDES, M. M. et al. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175. 2006.

FIGUEIREDO FILHO, A. et al. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 13, n. 1. p. 11-18. 2003.

FLOSS, P. A. **Aspectos ecológicos e fitossociológicos no entorno de nascentes em formações florestais do oeste de Santa Catarina. Tese de Doutorado**. 2011. 154f. Tese(Doutorado em Engenharia Florestal) – Curso de Pós – Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS.

GAMA-RODRIGUES, A. C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 27, p. 1021-1031. 2003.

GAMA-RODRIGUES, E. F da. et al. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da região sudeste do Brasil. **Revista Braileira de Ciência do Solo**, Viçosa–MG, n. 32, p. 1489-1499. 2008.

GARCIA, D.V.B.; CATANOZI, G. 2011. Análise de macrofauna de solo em área de mata atlântica e de reflorestamento com pinus sp – zona sul de São Paulo. **Revista Ibirapuera**, São Paulo, n. 2, p. 10-14, jul./dez. 2011.

GOYA, J. F. et al. Decomposition and nutrient release from leaf litter in *Eucalyptus grandis* plantations on three different soils in Entre Ríos, Argentina. **Revista Bosque**, Valdivia, v. 29, n. 3, p. 217-226. 2008.

JACOBSON, T. K. B. Estudo preliminar da concentração de fenóis totais e taninos no extrato alcoólico de folhas de *Schefflera macrocarpa* (araliaceae) e *Vochysia thyrsoidea* (vochysiaceae). In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG. 23 a 28 de Setembro de 2007. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/1611.pdf>>. Acesso em: 08/08/2012.

KATAGUIRI, V. S. **Restabelecimento da fauna edáfica e a qualidade da serapilheira na floresta da USP – área de reflorestamento de Floresta Estacional Semidecidual**. 2006. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – área: Entomologia) – Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

SOUSA, S. G. A. **Produção e decomposição de serapilheira de uma floresta ombrófila mista aluvial, Rio Barigui, Araucária, PR**. 2003. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

KOPPEN, W. **Das Geographic system der klimate. Handbuch der klimatologie**. Berlin: Bortraeger, 1938.

KOLM, L.; POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* submetidos à prática de desbastes progressivos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, n.63, p. 79-93. 2003.

KOZLOWSKI, T. T; PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1997.

LEITE, F. P. et al. Nutrient relations during an eucalyptus cycle at different population densities. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 35, p. 949-959. 2011.

LONGHI, R. V. et al. Produção de serapilheira e retorno de macronutrientes em três grupos florísticos de uma floresta ombrófila mista, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 699-710, out./dez. 2011.

LOPES, J. F. B. et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 72-79, 2009. Disponível em: <<http://revista.ufrr.br/index.php/agroambiente>>. Acesso em: 15/03/2013.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 1, p. 575-600. 1987.

MACHADO, M. R. et al. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 1, p. 143-151. 2008.

MAMAN, A. P de. et al. Produção e acúmulo de serapilheira e decomposição Foliar em mata de galeria e cerradão no sudoeste de mata grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 5, n. 1, p. 71- 84. 2007.

MARTINS, S. V. 2001. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2001.

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, n. 3, p. 405-412, dez. 1999.

MÖLLER, A. et al. Lignin, carbohydrate, and amino sugar distribution and transformation in the tropical highland soils of northern Thailand under cabbage cultivation, Pinus reforestation, secondary forest, and primary forest. **Australian Journal of Soil Research**, v. 40, p. 977-998. 2002.

MOMOLI, R.S. Decomposição de folhas da serapilheira de *Eucalyptus dunnii* plantado no oeste do Rio Grande do Sul. In: **Anais do 4º Congresso Florestal Paranaense**, Curitiba –PR. 10 a 14 de setembro de 2012. Disponível em: <<http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Trabalhos/05-Silvicultura/SIL-Artigo-11.pdf>>. Acesso em: 01/08/2013.

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**, Viçosa–MG, v. 28, p. 819-826. 2004.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; RINALDI, M. C. S.; REBELO, C. F. Ciclagem mineral em Mata Atlântica de encosta e mata sobre restinga, Ilha do Cardoso, SP: nutrientes na serapilheira acumulada. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia**: ACIESP, p. 71-77, 1998.

MORONI, M. T. et al. Nitrogen fluxes in surface soils of young *Eucalyptus nitens* plantations in Tasmania. **Australian Journal of Soil Research**. v. 40, p. 543-553. 2002.

NASCIMENTO, D. L. et al. Decomposição da biomassa foliar em habitats de matas fechadas e abertas do parque nacional serra de Itabaiana. In: Anais do **VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG, 2007. Disponível em: < <http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/580.pdf>> Acesso em: 03/02/2012.

NUNES, F. P.; PINTO, M. T. C. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Revista Biota Neotropica**, v. 7, n. 3. 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S1676-06032007000300011&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 03/02/2012.

OLIVEIRA, P. C.; CARVALHO, J. R. de. Fósforo, nitrogênio, lignina, celulose e polifenóis em amostras de serrapilheira foliar de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* no Nordeste do Estado do Pará. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Cruz Alta-RS, v. 4, n. 3, p. 20-28. 2009.

OLSON, J .S. **Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems**. *Ecology*, 1963. Disponível em: <http://www.fcnyu.unlp.edu.ar/catedras/ecocomunidades/Olson_Descomposicion.pdf>. Acesso em: 03/02/2012.

PAULA, R. R. et al. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na ilha da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 139-148, abr.-jun. 2009.

PEGORARO, R. F. et al. Fenóis derivados da lignina, carboidratos e aminoaçúcares em serapilheira e solos cultivados com eucalipto e pastagem. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 2, p. 359-370. 2011.

PEREIRA, M. G. et al. Aporte e decomposição da serapilheira na floresta atlântica, ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 443-454, out./dez. 2008.

PINTO, et al. Introdução. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica**. São Paulo : LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 2009, p.6-10.

PIRES, L. A. et al. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, Feira de Santana – BA, v. 20, n.1, p. 173-184. 2006.

POLYAKOVA, O.; BILLOR, N. Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. **Forest Ecology and Management**, v. 253, p. 11–18. 2007. Disponível em: <
<http://discover.tudelft.nl:8888/recordview/view?recordId=Elsevier%3AElsevier%3ACXT0210A%3A03781127%3A02530001%3A07005026&language=en>>. Acesso em: 15/ 05/2012.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico de pastagens**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1986.

REZENDE, C. P. et al. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Center for Development Research (ZEF), University of Bonn, Germany, v. 54, p. 99–112. 1999.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de (eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, p. 203-215, 1998.

RUTHNER, R. R.; SEVEGNANI, L. Teores de carbono armazenado no solo e na serapilheira sob floresta ombrófila densa de terras baixas e submontana do Vale do Itajaí, SC. **Revista Científica Semana Acadêmica**, ed. 8, v. 1. 2012. Disponível em: <
http://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_2_0.pdf>. Acesso em: 02/07/2013.

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.

SANTANA, J. A. S. et al. Decomposição da biomassa foliar de cana-de-açúcar em um neossolo na região de areia - PB. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 28-32, jul./set. 2011.

SANTANA, J. A. S. et al. Acúmulo de serapilheira em plantios puros e em fragmento de Mata Atlântica na Floresta Nacional de Nísia Floresta - RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 59-66. 2009.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **IDESIA**, Chile, v. 29, n. 2, maio/ago. 2011.

SCHUMACHER, M. V. et al. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no estado do rio grande do sul. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p. 791-798. 2003.

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

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 29-39, out./dez. 2007.

SILVA, J. et al. Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Cruz Alta-RS, v. 7, n.2, p. 112-125. 2012.

SOUTO, P. C. et al. Características químicas da serapilheira depositada em área de caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 264-272. 2009.

SOUSA, S. G. A. **Produção e decomposição de serapilheira de uma floresta ombrófila mista aluvial, Rio Barigui, Araucária, PR.** 2003. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VALENTI, M. W. et al. Seasonality of litterfall and leaf decomposition in a cerrado site. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 3, p. 459-465. 2008.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. **O solo como sistema.** 1ª ed. Curitiba: Edição dos autores, 2011.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L. Produção de serapilheira em dois remanescentes de floresta ombrófila densa em Blumenau - SC. **Revista de Estudos Ambientais.** Blumenau-SC, v. 2, n. 1, p. 103-116. 2000.

VITAL, A. R. T. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, p. 793-800. 2004.

WERNECK, M. S. de. et al. 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, jun. 2001.

WIEDER, R.K.; LANG, G.E. A critique of the analytical methods used examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, v.63, p.1636-1642, 1982.