

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

ISMAEL CIVIDINI FLOR

**HERBIVORIA E PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM
REMANESCENTES FLORESTAIS DA FLORESTA
OMBRÓFILA Densa SOB DIFERENTES ESTÁGIOS
SUCESSIONAIS, NO SUL DE SANTA CATARINA.**

**CRICIÚMA, SC
2013**

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

ISMAEL CIVIDINI FLOR

**HERBIVORIA E PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA EM
REMANESCENTES FLORESTAIS DA FLORESTA
OMBRÓFILA DENSA SOB DIFERENTES ESTÁGIOS
SUCESSIONAIS, NO SUL DE SANTA CATARINA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração:
Ecologia e Gestão de Ambientes Alterados

Orientadora: Prof^a Dr^a. Birgit Harter-
Marques

Co-Orientador: Prof. Dr. Robson dos
Santos

**CRICIÚMA, SC
2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

F632h Flor, Ismael Cividini.

Herbivoria e produção de serrapilheira em remanescentes florestais da floresta ombrófila densa sob diferentes estágios sucessionais, no Sul de Santa Catarina / Ismael Cividini Flor ; orientadora : Birgit Harter-Marques ; co-orientador : Robson dos Santos. – Criciúma, SC : Ed. do Autor, 2014.

71 p. ; 21 cm.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2014.

1. Serrapilheira. 2. Herbivoria. 3. Insetos herbívoros. 4. Relação inseto-planta. 5. Floresta ombrófila densa. I. Título.

CDD 22. ed. 581

Bibliotecária Eliziane de Lucca Alosilla – CRB 14/1101
Biblioteca Central Prof. Eurico Back - UNESC



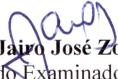
Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão
Unidade Acadêmica de Humanidades, Ciências e Educação
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

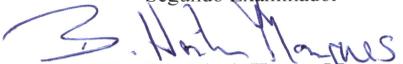
PARECER

Os membros da Banca Examinadora homologada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (Mestrado) reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO apresentada pelo candidato **ISMAEL CIVIDINI FLOR** sob o título: “**Herbivoria e produção de serrapilheira de três áreas em diferentes estágios sucessionais da floresta ombrófila densa submontana no sul de Santa Catarina**”, para obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, os membros são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação.

Criciúma, SC, 23 de agosto de 2013.


Prof. Dra. Tatiana Garabini Cornelissen
Primeiro Examinador


Prof. Dr. Jairo José Zocche
Segundo Examinador


Prof. Dra. Birgit Harter-Marques
Presidente da Banca e Orientadora

Dedico este trabalho e todo meu esforço durante meus estudos a minha avó Laura (vó Laude), pois foi ela que esteve ao meu lado me apoiando e incentivando durante toda a execução do estudo.

AGRADECIMENTOS

À minha família Vó Laude, Vô Zé, meu Pai Carlos, minha mãe Sandra e meu irmão João Victor, que sempre me orientaram a trilhar o caminho da verdade, honestidade e, sobretudo, o respeito.

À minha esposa Jandira por seu amor e sua paciência, sempre me incentivando e sobretudo, acreditando no meu potencial.

À minha orientadora, professora e amiga, Dra. Birgit Harter-Marques, por todos os ensinamentos, sempre com respeito e paciência, tornando-me um pesquisador e uma pessoa motivada para se tornar um Biólogo cada vez melhor.

Ao Dr. Robson dos Santos pelos seus ensinamentos e empenho durante a co-orientação do estudo.

À minha segunda família, Marla, Miriana e Joaquim, que souberam entender com muito amor e carinho e que superaram bem esse período cansativo de idas e vindas durante a realização do estudo.

Aos amigos, Perroni e Robson (Bob), pela ajuda fundamental em campo e em laboratório.

Aos botânicos do Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz, por me ajudarem na identificação das plantas.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, que de alguma forma contribuíram com ensinamentos para a minha vida acadêmica e pessoal.

Aos amigos do Laboratório de Interação Animal-Planta (LIAP), por toda a ajuda nos momentos de pânico, pelas amizades e pelas bagunças realizadas no LIAP e durante todos os Congressos.

Aos amigos Pedrão e Pedrinho que sempre levam alegria por onde passam, pelas piadas durante o intervalo de almoço ou pelos jogos de vídeo-game nas festas do LIAP.

Aos meus amigos Fernando Comin e Fabio Comin, irmãos de coração, que sempre estiveram ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Agradeço a todos que auxiliaram de maneira direta ou indireta para a realização desse trabalho.

*Cuidado!!!
Cuidado com a fome
Cuidado com a violência
Cuidado com o que consome*

*Cuidado com o que dizem
Cuidado, eu e você
Cuidado com a noite
Cuidado com o que não se vê*

*Livre para perguntar
Livre para responder
Livre para pensar
Assim iremos crescer
(Música, Ismael Cividini Flor)*

RESUMO

O termo herbivoria é empregado como o consumo de tecidos vegetais por animais, destacando-se os insetos como os principais herbívoros. A herbivoria tem um papel importante na manutenção da diversidade de plantas pelo fato de exercer forte pressão seletiva, promovendo a coexistência de um maior número de espécies vegetais nas comunidades. A importância de se avaliar a produção de serrapilheira está no entendimento dos reservatórios e fluxo de nutrientes nos ecossistemas, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais. O presente estudo objetivou verificar as taxas de herbivoria e a produção de serrapilheira de três áreas (A1, A2 e A3) da Floresta Ombrófila Densa Submontana, em diferentes estágios sucessionais, no município de Siderópolis, Sul de Santa Catarina. Para a verificação das taxas de herbivoria foram analisadas 60 plantas por área de estudo, e a quantificação da serrapilheira foi analisada através de três transectos de 40m de comprimento por área de estudo, em cada transecto foram instalados cinco coletores de 0,25m². As espécies com maior índice de herbivoria (IH) na A1 foram *Solanum pseudocapsicum*, *Solanum mauritianum* e *Myrsine coriacea*. Na A2, *Hyptis* sp. e *Pluchea sagittalis*, foram as espécies que obtiveram os maiores IHS e na A3 *Meliosma sellowii* e *Ouratea parviflora* obtiveram os maiores IHS de herbivoria. A A3 apresentou os maiores índices de herbivoria em comparação com as outras áreas, corroborando a hipótese da disponibilidade de recursos que se baseia no conceito de nicho ecológico, onde uma maior complexidade e uma maior diversidade de plantas apresentam uma maior diversidade de nichos potenciais que podem ser ocupados por insetos herbívoros. Foram encontrados os maiores índices de herbivoria no verão e no outono com um pequeno decréscimo na primavera e inverno. A produção de serrapilheira total foi estimada em 15.123,74 kg/ha/ano, sendo que a maior produção ocorreu na A3 (8.130,89 kg/ha/ano), seguido pela A2 (4.252,67 kg/ha/ano) e, por fim pela A1 (2.740,18 kg/ha/ano). A produção de serrapilheira total foi significativamente maior na A3 comparado com as demais áreas ($p < 0,05$). A fração foliar foi a dominante, com 62,19% do peso seco total da serrapilheira produzida, seguido pela fração ramos (22,27%), fração miscelânea (10,42%) e a fração material reprodutivo (5,13%). Os maiores valores da quantidade de serrapilheira total produzida foram alcançados na primavera e verão. Os resultados obtidos no presente estudo ressaltam a importância da relação planta-herbívoro para o

conhecimento e preservação da biodiversidade, assim como a produção serrapilheira torna-se primordial para o entendimento da dinâmica nutricional dos ecossistemas.

Palavras-chave: Insetos herbívoros, Sucessão Vegetal, Fluxo de nutrientes.

ABSTRACT

The term herbivory is used to denote consumption of plant tissues by animals, highlighting insects as main herbivores. The herbivory has an important role in the maintenance of plant diversity because exercises strong selective pressure, promoting the coexistence of a larger number of plant species in communities. The importance of evaluate the production of litter lies in the understanding of reservoirs and nutrient flow in ecosystems, which constitute the main way to provide nutrients through mineralization of plants residues. The present study aimed to determine the rates of herbivory and litter production of three areas (A1, A2 e A3) of Submontane Tropical Rain Forest in different successional stages, in the municipality of Siderópolis, south of Santa Catarina. To check the rates of herbivory 60 plants per study area were analyzed, and the quantification of the litter was analyzed along three transects of 40m in each study area. In each transect were installed five collectors of 0,25m². The species with showed the highest rate of herbivory (RH) in A1 were *Solanum pseudocapsicum*, *Solanum mauritianum* and *Myrsine coriacea*. In A2 *Hyptis* sp. and *Pluchea sagittalis* were the species that had the highest RH's, and in A3 *Meliosma sellowii* and *Ouratea parviflora* showed the highest RH's. The A3 was the area that had the highest rate of herbivores compared with the other two arieas supporting the hypothesis of resource availability which is based on the concept of ecological niche, where a greater complexity and a greater diversity of plants present a greater diversity of potential niches that can be occupied by herbivores. The highest rates were found in summer and autumn with a small decrease in spring and winter. Litter production was estimated at 15123.74 kg/ha/year, with the highest production occurred in A3 (8130.89 kg/ha/year), followed by A2 (4252.67 kg/ha/year) and finally the A1 (2740.18 kg/ha/year). The litter production was significantly higher in A3 compared with other areas. The leaf fraction was dominant with 62.19% of the total dry weight of litter produced, followed by the fraction of branches (22.27%), miscellaneous fraction (10.42%) and the fraction of reproductive material (5.13%). The highest values of the amount of total litter produced were found in spring and summer. The results obtained in this study emphasize the importance of the plant-herbivore relationship to the knowledge and preservation of biodiversity, as well as producing litter becomes paramount to understanding the nutritional dynamics of ecosystems.

Key-words: Herbivorous insects, Plant succession, Flow of nutrients.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica do Estado de Santa Catarina, destacando o município de Siderópolis (Vermelho) e as três áreas estudadas (Amarelo).....	31
Figura 2 - Aspecto parcial da área 1, com destaque para a presença de espécies da família Asteraceae, no município de Siderópolis, SC.	32
Figura 3 - Aspecto parcial da área 2, situada no município de Siderópolis, SC.....	32
Figura 4 - Aspecto parcial da área 3, com destaque do palmitreiro (<i>Euterpe edulis</i> Mart.), no município de Siderópolis, SC.	33
Figura 5 - Representação esquemática da distribuição das parcelas amostrais para o levantamento das taxas de herbivoria no município de Siderópolis, SC.....	37
Figura 6 - Em destaque um dos coletores instalados nas áreas de estudos, no município de Siderópolis, SC.....	38
Figura 7 - Ranking dos índices médios de herbivoria das espécies amostradas na área 1, 2 e 3, no município de Siderópolis, SC.....	45
Figura 8 - Média dos índices de herbivoria de cada área ao longo do período de estudo, Siderópolis, SC.	47
Figura 9 - Média dos índices de herbivoria para cada estação de ano das três áreas amostradas, no Município de Siderópolis, SC.....	48
Figura 10 - Produção mensal de serrapilheira, em kg/ha/ano nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.	51
Figura 11 - Biomassa foliar mensal, em kg/ha/ano nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.	54
Figura 12 - Biomassa de ramos mensal, em kg/ha/ano, nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.	55
Figura 13 - Biomassa de material reprodutivo, em kg/ha/ano, nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.	56
Figura 14 - Biomassa de miscelânea mensal, em kg/ha/ano, nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coluna estratigráfica da região de Siderópolis, SC. Fonte: Modificado de Machado et al., (1984)	34
Tabela 2 - Relação das espécies amostradas nas três áreas de estudo no município de Siderópolis, SC.....	40
Tabela 3 - Abundância das espécies amostradas nas três áreas estudadas no município de Siderópolis, SC.....	43
Tabela 4 - Dados climáticos mensais para o período de realização do estudo, no município de Siderópolis, SC. Fonte: EPAGRI - Criciúma/SC.....	49
Tabela 5 - Produção total, em kg/ha/ano, de serrapilheira e suas frações nas três áreas amostradas no município de Siderópolis, SC.....	50
Tabela 6 - Produção de serrapilheira (kg/ha/ano), em diferentes formações florestais brasileiras. (Flo.Omb.Den.Sub = Floresta Ombrófila Densa Sub-montana, Flo.Omb.Den = Floresta Ombrófila Densa, Rem. Mat.Atl = Remanescente de Mata Atlântica, Flo.Est.Dec = Floresta Estacional Decidual).	50
Tabela 7 - Resultado da análise de correlação de Spearman entre a produção mensal de serrapilheira e a variáveis climáticas das três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 MATA ATLÂNTICA	21
1.2 INTERAÇÃO INSETO-PLANTA.....	22
1.3 HERBIVORIA	23
1.4 SERRAPILHEIRA.....	26
1.5 OBJETIVOS	29
1.5.1 Objetivo geral.....	29
1.5.2 Objetivos específicos.....	29
2 METODOLOGIA	30
2.1 ÁREAS DE ESTUDO.....	30
2.1.1 Clima	33
2.1.2 Solo	33
2.1.3 Hidrologia	34
2.1.4 Geologia.....	34
2.1.5 Vegetação	35
2.2 AMOSTRAGEM	36
2.2.1 Taxas de herbivoria.....	36
2.2.2 Serrapilheira	37
2.2.3 Análise de dados	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.1 HERBIVORIA	40
3.2 SERRAPILHEIRA.....	48
3.2.1 Clima	48
3.2.2 Produção de serrapilheira	49
3.2.3 Folhas	52
3.2.4 Ramos	54
3.2.5 Material reprodutivo.....	55
3.2.6 Miscelânea.....	56
4 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 MATA ATLÂNTICA

A Mata Atlântica é considerada uma das florestas mais ricas do mundo, apresenta a maior diversidade biológica das florestas tropicais conhecidas e um alto grau de endemismo com cerca de oito mil espécies somente para a flora (GIULIETTI et al., 2005). A Floresta Atlântica ocupava uma área original superior a 1.300.000 km² ao longo da costa brasileira, da Região Nordeste até a Região Sul, abrangendo cerca de 15% do território nacional (RIBEIRO et al., 2009). Atualmente está restrita a aproximadamente 98.000 km² de remanescentes, que equivalem a 7% da sua extensão original, com os últimos fragmentos ainda encontrando-se sob intensa pressão antrópica e sob o risco iminente de extinção (MORELATTO; HADDAD, 2000). Esta situação é resultante dos impactos causados pelos ciclos de exploração econômica desordenada desde o período da colonização européia e da alta densidade demográfica que abriga (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2002).

Os remanescentes florestais desta floresta, ainda existem, estão ameaçados pelo corte ilegal de madeira, retirada de lenha, captura ilegal de plantas e animais e introdução de espécies exóticas, que acentuam significativamente a perda de habitats e alterações ecológicas (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005). Além de todos estes fatores, o efeito de borda e o isolamento dos remanescentes tornam-se grandes problemas, pois significa que o entorno deixará de ser uma mata contínua, sendo substituída, na maioria das vezes, por plantações, pastagens e estradas (SILVA; CASTELETTI, 2005).

A borda, o grau de isolamento, o tipo de vizinhança e o tamanho efetivo dos fragmentos são os principais fatores que devem ser considerados para medir as alterações dos processos biológicos de determinado ecossistema (VIANA et al., 1992). Segundo Bierregard et al. (1992), essas alterações podem resultar na redução da biodiversidade local em função, principalmente, da perda de habitats.

O estado de Santa Catarina está totalmente inserido no Domínio Mata Atlântica, incluindo as diversas fisionomias vegetais e ecossistemas associados (SEVEGNANI, 2002). De acordo com o Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina publicado em 2012, a cobertura florestal do Estado é de 29%, predominando vegetação em estágio de sucessão avançado e médio. Isso significa que a quase totalidade dos remanescentes florestais atuais resultam do crescimento

da vegetação após o corte raso ou do intenso processo de exploração madeireira ocorrido no século XX (VIBRANS; GASPER; MULLER; 2012).

O sul do estado de Santa Catarina era originalmente coberto em quase toda sua extensão pela Floresta Ombrófila Densa, que apesar da sua valiosa biodiversidade, atualmente, esta Floresta encontra-se reduzida a fragmentos esparsos e isolados com vegetação secundária em diferentes estádios sucessionais, resultado da exploração histórica das espécies de valor econômico, bem como das atividades agrícola, pecuária e, atualmente, da especulação imobiliária (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2002). Vale ressaltar que em Santa Catarina extensas áreas foram desmatadas durante as décadas de 40 e 50 em decorrência da epidemia da malária (REITZ, 1983). Segundo esse autor, para combater o mosquito e diminuir a transmissão da doença era necessário eliminar as bromélias que serviam de abrigo para reprodução do mosquito o que resultou no corte das florestas e queima de milhões de bromélia.

Posteriormente, na década de 70 a região carbonífera, onde atualmente se concentram as atividades mineradoras de carvão, foi responsável pela maior parte da degradação ambiental sofrida na região. Hoje existem aproximadamente 4.724 hectares de áreas degradadas pela atividade mineradora do carvão, sendo esta degradação gerada por rejeitos do processo de beneficiamento e pelos estéreis da mineração (MARTINS, 2005).

1.2 INTERAÇÃO INSETO-PLANTA

Insetos e plantas compartilham associações há cerca de 300 milhões de anos, que datam do carbonífero. É uma das interações ecológicas mais freqüentes da natureza e, essa relação tem importância fundamental para o conhecimento da biodiversidade terrestre, na medida em que a quantidade e variedade de formas de vida dos insetos acabam naturalmente aumentando, também, a diversidade de espécies vegetais (DEL-CLARO; TOREZAN-SILINGARDI, 2012).

Strong et al. (1984) estimaram que 22% de toda a biota seja composta por plantas, 26% por insetos herbívoros e 31% por insetos carnívoros, que vivem basicamente dos produtores e seus consumidores primários. Price (2002) especula que mais de 90% de toda a energia nos sistemas terrestres seja fixada autotroficamente pelas plantas e que quase toda a fauna terrestre dependa desta produção, seja diretamente como alimento, abrigo ou micro-habitat ou indiretamente, quando

predadores e parasitas se utilizam do segundo nível trófico (herbívoros), para a obtenção de energia. Deste modo, percebe-se claramente a importância das relações entre plantas e animais (DEL-CLARO et al., 2009).

Recentemente, vem crescendo a idéia de que a conservação dos ecossistemas não deve apenas focar em certas espécies, populações ou comunidades, mas também na manutenção das interações entre espécies e funções ecossistêmicas. A maioria das interações inseto-planta representa funções ou serviços ecossistêmicos, como a polinização, a herbivoria ou a própria proteção da planta frente à herbivoria, ou seja, incluem várias formas de mutualismos e antagonismos que desempenham papéis funcionais fundamentais na manutenção de ecossistemas (BLÜTHGEN, 2012).

1.3 HERBIVORIA

O termo herbivoria representa o consumo de tecidos vegetais por animais, destacando-se os insetos como os principais herbívoros (HERRERA; PELLMYR, 2002). É difícil encontrarmos uma planta que não seja consumida por alguma espécie animal e algum inseto que não se alimente diretamente de qualquer parte de uma planta. Segundo Novotny e Missa, (2000), os insetos herbívoros são o maior componente da biodiversidade mundial, sendo representados por, no mínimo, 500.000 espécies vivendo na dependência de suas plantas hospedeiras.

Além de sua importância aplicada, o estudo das interações entre insetos herbívoros e suas plantas hospedeiras trouxe importantes contribuições teóricas para a ciência. Na ecologia de comunidades, demonstrou que os processos estruturados das comunidades de insetos são diferentes dos grandes animais, que eram consideradas gerais anteriormente (PRADO; LEWINSOHN, 2000).

A herbivoria tem um papel importante na manutenção da diversidade vegetal pelo fato de exercer forte pressão seletiva sobre as plantas, promovendo a coexistência de um maior número de espécies vegetais nas comunidades (RICKLEFS, 2003). As plantas, em geral, interagem diretamente com os fatores ambientais externos e as folhas são os órgãos que respondem mais rapidamente aos estímulos ambientais. De acordo com Pianka (2000), as adaptações foliares são influenciadas por muitos fatores que incluem a luz, a disponibilidade de água e a ação dos herbívoros.

Na natureza encontram-se os mais diversos tipos de herbivoria, podendo ser de alimentação externa ou interna. O tipo desfolhador é

considerado o mais comum encontrado na natureza, sendo os insetos desfolhadores reconhecidos como os principais consumidores de tecidos foliares (HOCHULI, 2001). Os insetos herbívoros exibem uma ampla e variada gama de padrões alimentares, desde aqueles que se alimentam de uma única espécie ou gênero de planta, os chamados monófagos ou especialistas como, por exemplo, as larvas da borboleta *Methona themisto* (Nymphalide: Ithomiinae) que se alimentam exclusivamente de solanáceas pertencentes ao gênero *Brunfelsia*, até os que se alimentam de plantas pertencentes a diferentes famílias botânicas, conhecidos como polípagos ou generalistas como, por exemplo, o pulgão *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) que se alimenta de plantas pertencentes a mais de 50 famílias botânicas (TRIGO et al., 2012).

Um componente importante na interação entre insetos e plantas é as defesas das plantas. Essas influenciam na dinâmica da população e na distribuição dos herbívoros. Portanto, o nível de herbivoria torna-se uma estimativa ecológica importante dessas interações (COLEY; AIDE, 1991). As plantas desenvolveram um leque de componentes de defesa para escapar dessas fortes pressões seletivas que reduzem as perdas de aptidão causadas pela herbivoria (COLEY; BRYANT; CHAPIN, 1985; KARBAN; BALDWIN, 1997). Esses componentes são divididos em defesas físicas, defesas químicas e defesas bióticas.

Segundo Edwards e Wratten (1980), a queda na produção de biomassa numa planta é consequência da perda progressiva do tecido fotossintético causado pelo herbívoro, ou da redução da área total da folha, visto que isto reduz a capacidade fotossintética da planta. A perda de tecidos vegetais, resultante da ação de herbívoros, diminui o desempenho da planta (SARGERS; COLEY, 1995). Além disso, a herbivoria reduz a longevidade da folha (RISLEY; CROSSLEY, 1988), como foi observado por Fadini et al. (2004), estudando o *Tetranychus urticae*, uma espécie de ácaro que ataca as culturas do morango. As injúrias causadas pelo ácaro provocaram perfurações na epiderme das folhas, reduzindo a taxa de produção de frutos.

Os efeitos da alimentação dos herbívoros sobre as plantas são severos tanto a curto como em longo prazo. Os herbívoros controlam o desenvolvimento das plantas, destruindo suas estruturas fotossintetizantes, órgãos de reserva e estruturas reprodutoras (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996). Menezes e Mehling (2005), avaliando a herbivoria em *Avicennia germinans* (L.) Stearn, nos manguezais da Península de Bragança no Pará, constataram que a desfolha provocada pela herbivoria causa redução no volume do tronco e no crescimento da planta. Dessa forma os insetos herbívoros influenciam diretamente o

desenvolvimento das plantas, uma vez que estas estão constantemente expostas ao ataque de diversas espécies de herbívoros.

A estrutura da comunidade vegetal, que abrange tanto a diversidade quanto à composição florística e complexidade estrutural, também é um fator de grande relevância na predição de taxa de ataque de herbívoros (MUDDOCH et al., 1972; SOUTHWOOD et al., 1979; SANDERSON, 1992). Muddoch et al., (1972) observaram uma forte correlação entre diversidade de insetos fitófagos (Homoptera) e diversidade das espécies vegetais em campos abandonados nos E.U.A.

A intensidade da herbivoria pode estar relacionada à abundância de espécies de plantas. Essa relação pode ser atribuída a processos como o investimento das plantas em defesa química, preferência alimentar dos herbívoros, a disponibilidade de recursos para as plantas e as condições ambientais locais. Tais fatores embasam as hipóteses da aparência de plantas (FEENY, 1976), do balanço carbono-nutrientes (BRYANT et al., 1983) e a da disponibilidade de recursos (COLEY, 1983).

De acordo com a hipótese da aparência de plantas proposta por Feeny (1976), as plantas seriam divididas em dois grupos, o das plantas “aparentes” e o das plantas “não-aparentes”. As plantas “aparentes” são de grande porte, surgem tarde na sucessão, possuem vida longa e, em função dessas características, precisam investir muito em defesas quantitativas. Por sua vez, as plantas “não-aparentes” são de pequeno porte, aparecem cedo na sucessão, apresentam vida curta e, uma vez que “escapam” dos herbívoros no tempo e espaço, precisam de defesas químicas (qualitativas) menos sofisticadas, que são metabolicamente mais “baratas” (como toxinas), são mais facilmente superadas por herbívoros especialistas (ANGELO; DALMOLIN, 2007).

Rhoades e Cates (1976), definem as defesas quantitativas como redutores generalizados de digestibilidade, enquanto as defesas qualitativas como toxinas que entram nas paredes do intestino e interferem o processo de absorção dos insetos. Essas toxinas são muito diversas e metabolicamente “baratas”, sendo efetivas contra herbívoros generalistas.

A hipótese do equilíbrio carbono versus nutrientes foi fundamentada nos artigos de Bryant et al., (1983) e Bryant (1987). Segundo essa idéia, a pobreza em nutrientes, principalmente nitrogênio, faz com que haja baixa concentração desses elementos. Sob essa condição, ocorre diminuição das defesas baseadas em nutrientes (alcalóides e outros compostos), enquanto as defesas baseadas em carbono (os chamados redutores de digestibilidade) são favorecidas. Por outro lado, se ocorre pobreza em carbono, como em ambientes de

sombra, por redução na taxa de fotossíntese, o carbono disponível é reduzido, levando à redução nas taxas de crescimento e proporcionalmente uma maior absorção de nutrientes e das defesas baseadas neles.

Dessa maneira, conforme o ambiente em que está crescendo, uma planta pode apresentar níveis diferentes de defesas, conforme o que o composto é capaz de sintetizar. Bryant (1987) realizou experimentos de herbivoria de coelhos sobre *Betula papyrifera humilis* (Regel) Fernald e Raup (Betulaceae) no Alasca, aplicando fertilizantes sobre as plantas, e verificou efeitos diferentes sobre os herbívoros conforme as estratégias de defesa (“C” ou “N”) das plantas (ANGELO; DALMOLIN, 2007).

Os trabalhos de Coley (1983) e Coley et al., (1985) forneceram o embasamento para a hipótese da disponibilidade de recursos. De acordo com os autores, os níveis de herbivoria em folhas jovens não diferem entre as plantas chamadas pioneiras (que ocorrem em áreas degradadas, como clareiras, com crescimento rápido e com reposição rápida de danos) e as persistentes (que sobrevivem na sombra, possuem vida longa, com crescimento lento, investimentos maiores em defesas e menor capacidade de compensação de danos) (KURSAR; COLEY, 2003), mas essa diferença existe em folhas maduras.

A hipótese prevê que defesas “móveis” (substâncias que podem ser reabsorvidas pelas plantas) se acumulam em folhas de vida curta, e defesas “imóveis” (substâncias mais complexas, e, portanto não-reabsorvíveis) em folhas mais permanentes. Em folhas de árvores persistentes, os compostos fenólicos existem em maiores quantidades, bem como os conteúdos de celulose, taninos e fibras, enquanto o conteúdo de água decresce. A explicação fornecida é que em clareiras existe mais luz, nutrientes e carbono, que são consideradas como condições propícias para o crescimento. Assim, as plantas persistentes podem apenas crescer vagarosamente devido à competição no dossel, e, portanto devem ser mais fortemente defendidas. O menor valor de herbivoria sobre plantas persistentes correlaciona-se com o conteúdo de fenóis, taninos, fibras, celulose e baixo conteúdo de água. Os autores chegaram então à conclusão de que isso não é devido à aparência, mas sim à disponibilidade de recursos (ANGELO; DALMOLIN, 2007).

1.4 SERRAPILHEIRA

A serrapilheira constitui a reserva central de elementos orgânicos e minerais em ecossistemas de florestas tropicais, onde os solos são quimicamente pobres e sua deposição possibilita que

elementos liberados da biomassa vegetal sejam incorporados novamente ao sistema. A importância de se avaliar a produção de serrapilheira está no entendimento dos reservatórios e fluxo de nutrientes nos ecossistemas, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais (NUNES; PINTO, 2007). Nos solos em recuperação ambiental, a serrapilheira constitui-se na maior fonte de matéria orgânica, sua quantidade e natureza desempenham papel importante na manutenção e na fertilidade do solo e, conseqüentemente, na oferta de matéria orgânica para a flora e fauna (SOUZA; DAVIDE, 2001).

Rodrigues (1998) considera a produção de serrapilheira como um dos importantes indicadores de avaliação e monitoramento das fases posteriores à implantação de florestas, objetivando a restauração de áreas degradadas, pois permite avaliar o controle da erosão superficial, bem como todo o processo de dinâmica florestal. Segundo Vitousek e Sanford Jr. (1986), o clima, o estágio sucessional da vegetação e a fertilidade do solo são fatores que causam variações na deposição de serrapilheira, assim como em todos os aspectos da ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.

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

Uma das causas que levam ao baixo sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas é o desconhecimento dos fatores que sustentam uma alta produção de biomassa e, conseqüentemente, a fertilidade do solo. Nesse contexto, o conhecimento sobre a produção da serrapilheira é primordial para um melhor entendimento da dinâmica nutricional nos ecossistemas, uma vez que a liberação de nutrientes pela serrapilheira depositada é considerada o meio mais importante de transferência de nutrientes da vegetação para o solo.

Estudos têm descrito como a diversidade de plantas influencia as propriedades do ecossistema. Alguns destes estudos mostraram que a produção de biomassa vegetal e a disponibilidade de nutrientes no solo estão positivamente relacionadas com a diversidade de espécies de plantas no ecossistema (NAEEM et al., 1995; TILMAN; WEDIN;

KNOPS, 1996). Partindo deste pressuposto, a composição da serrapilheira tem apresentado grande importância no estudo das propriedades dos ecossistemas.

O funcionamento dos ecossistemas pode ser reconhecido como ocorrendo em três subsistemas: o subsistema produtor, o subsistema de herbivoria, e o subsistema decompositor. A integridade do ecossistema é mantida quando há um equilíbrio nas transferências de matéria e energia entre eles e pode ser medida através de processos e fluxos que ocorrem entre a produção e a decomposição. Os nutrientes existentes na matéria orgânica encontram-se sob a forma imobilizada, não podendo ser assimilados pela comunidade vegetal. A fauna ao decompor a serrapilheira promove a mineralização dos nutrientes, que agora podem ser assimilados pelos vegetais (SWIFT et al., 1979). Oliveira e Lacerda (1987) comentam que a serrapilheira tem importância fundamental na circulação de nutrientes no subsistema vegetação-solo, pois esta é responsável por ser a mediadora das trocas de nutrientes no subsistema.

Em áreas restauradas cuja comunidade vegetal já está formada (quatro anos ou mais pós-plantio), a efetividade da restauração pode ser avaliada em relação a seus aspectos fisionômicos, como, por exemplo, pela estratificação vegetal, mas também pela ciclagem de nutrientes. Neste caso, a quantificação da deposição de serrapilheira é em geral um excelente indicador da produtividade e da ciclagem de nutrientes, possibilitando ainda a comparação com estudos realizados em outras florestas (BRANCALION et al., 2012).

Pela necessidade de preservar as funções ecossistêmicas, tem crescido cada vez mais a idéia de os papéis funcionais exercidos via interações inseto-plantas devem não somente ser protegidos, como também mantidos para gerações futuras. A manutenção de ecossistemas sustentáveis é um objetivo importante, que oferece uma perspectiva de longo prazo para comunidades e suas funções (BLÜTHGEN, 2012). O mesmo autor salienta que a preservação de espaços silvestres desempenha papel fundamental para o patrimônio cultural e bem-estar humano. Isto sem falar do valor científico de preservar a diversidade de formas de vida que podem servir como base para estudos comparativos e análises filogenéticas e para compreender processos ecológicos e evolutivos. Há ainda inúmeras lacunas a serem preenchidas sobre o conhecimento das interações entre plantas e animais, o que torna também um forte argumento a favor da manutenção da diversidade de plantas e animais.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo geral

O presente estudo objetiva entender a interação planta-inseto herbívoro através da detecção das taxas de herbivoria, bem como verificar a produção de serrapilheira de três áreas da Floresta Ombrófila Densa Submontana, em diferentes estágios sucessionais, no município de Siderópolis, Sul de Santa Catarina.

1.5.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar as espécies vegetais amostradas nas três áreas de estudo.
- ✓ Verificar e comparar os índices de herbivoria entre as espécies vegetais amostradas nas três áreas estudadas.
- ✓ Analisar e comparar as taxas de herbivoria entre as áreas de estudo.
- ✓ Verificar a variação temporal das taxas de herbivoria nos ambientes amostrados.
- ✓ Estimar e comparar a produção de serapilheira entre as três áreas de estudo.
- ✓ Investigar a existência de correlações entre a produção de serrapilheira e as variáveis climáticas nas três áreas de estudo.
- ✓ Verificar a variação temporal da deposição de serrapilheira nas áreas estudadas.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREAS DE ESTUDO

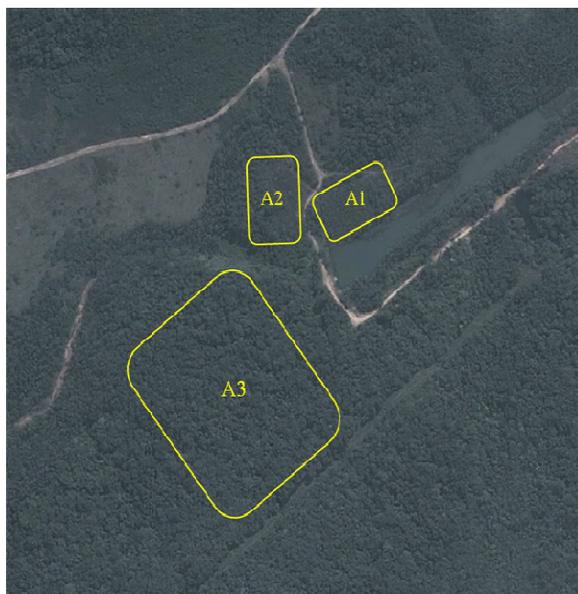
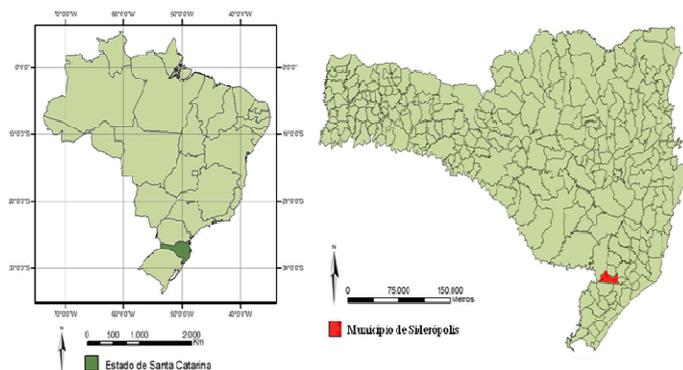
O estudo foi realizado em três áreas situadas no Campo Malha II Leste da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), localizado na região nordeste do município de Siderópolis, Santa Catarina, a qual está compreendida nas coordenadas (28°35'S e 49°25'W) (Figura 1). Uma notável porção, cerca de 662 ha, do Campo Mina Malha II Leste foi intensamente minerada a céu aberto para extração de carvão mineral até 1981, causando considerável degradação ambiental na região (IPAT/UNESC, 2002).

A Área 1 (A1) possui dimensão aproximada de 0,6 ha e situa-se nas coordenadas (28°34'49.9" S e 49°24'08.3" O). A reabilitação da área foi concluída em junho de 2006, utilizando tratamento com argila e turfa após a retirada dos rejeitos piritosos e a remodelagem do terreno. Atualmente, há um predomínio de espécies da família Asteraceae (Figura 2).

A segunda área de estudo (A2) está situada nas coordenadas 28°34'52.1" S e 49°24'11.1" O, com dimensão de aproximadamente 1,0 ha. A reabilitação desta área foi realizada através do tratamento com argila, turfa e introdução de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e bracatinga (*Mimosa scabrella*), sendo concluída em fevereiro de 2006. A cobertura vegetal introduzida difere da A1, pois o plantio foi realizado no momento da recuperação. A vegetação, atualmente, se constitui predominantemente, de gramíneas, bracatinga e outras espécies pioneiras nativas (Figura 3).

A terceira área (A3) é caracterizada como um remanescente florestal em estágio avançado de regeneração natural (28°34'54.2" S e 49°24'15.1" O), situado no entorno das áreas reabilitadas que possui dimensão de aproximadamente 9,5 ha (Figura 4).

Figura 1 - Localização geográfica do Estado de Santa Catarina, destacando o município de Siderópolis (Vermelho) e as três áreas estudadas (Amarelo).



Fonte: Google Earth, 2013

Figura 2 - Aspecto parcial da área 1, com destaque para a presença de espécies da família Asteraceae, no município de Siderópolis, Santa Catarina.



Fonte: Próprio autor.

Figura 3 - Aspecto parcial da área 2, situada no município de Siderópolis, Santa Catarina.



Fonte: Próprio autor.

Figura 4 - Aspecto parcial da área 3, com destaque do palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.), no município de Siderópolis, Santa Catarina.



Fonte: Próprio autor.

2.1.1 Clima

O clima da região segundo a classificação de Köppen (1931) enquadra-se no tipo Cfa, ou seja, clima subtropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente, com precipitação anual de 1.500 a 1.800 mm, sendo que no inverno há possibilidade de gradientes térmicos diários inferiores a 10 °C, permitindo a ocorrência de geadas (SANTA CATARINA, 1991).

2.1.2 Solo

O solo da região do Município de Siderópolis enquadra-se predominantemente no tipo Cambissolo podendo também fazer parte em menor porcentagem os tipos Neossolos Litólicos, Gleissolos, Argilossolos e Alissolos (EPAGRI-CIRAM, 2001).

Segundo IPAT/UNESC (2005) a reconfiguração do terreno das áreas 1 e 2 foi realizada pelo recobrimento dos blocos de estéreis piritosos com uma camada de 2m de espessura de estéreis siltosos e argilosos, de forma a garantir um substrato de sustentação para o solo construído. Aplicou-se uma camada de argila de 0,2m sobre estéreis

inertes e 0,5m sobre estéreis piritosos, posteriormente foram colocados cama de aviário e turfa.

2.1.3 Hidrologia

A sub-bacia do Rio Fiorita onde se localiza o Município de Siderópolis é um afluente da margem esquerda do Rio Mãe Luzia que faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Devido às atividades relacionadas com a lavra e o beneficiamento do carvão mineral o Rio Fiorita, atualmente, encontra-se muito comprometido (VICENTE, 2008).

2.1.4 Geologia

A região carbonífera faz parte, geologicamente, da Bacia Intracratônica do Paraná, ocorrem regionalmente rochas gonduânicas representadas pelas formações Rio do Sul, Rio Bonito, Palermo, Irati, Estrada Nova, Rio do Rasto, Botucatu e Serra Geral. (MACHADO et al, 1984).

Segundo IPAT/UNESC, 2002 o Campo Malha II Leste, enquadra-se dentro da formação Rio Bonito sendo esta constituída por rochas de arenitos, siltitos e folhelhos, de granulometria centimétrica a métrica (Tabela 1).

Tabela 1 - Coluna estratigráfica da região de Siderópolis, SC.

Período	Unidade Litoestratigráfica				Litologias
	Grupo	Subgrupo	Formação	Membro	
Quaternário					Depósitos de aluviões e coluviões.
Juro-Cretáceo			Serra Geral		Soleiras e diques de diabásio.
	São Bento		Botucatu		Arenitos róseos a avermelhados, finos a médios.

Período	Unidade Litoestratigráfica				Litologias	
	Grupo	Subgrupo	Formação	Membro		
Permiano	Passa Dois		Rio do Rasto		Siltitos e argilitos, esverdeados a arroxeados e avermelhados com intercalações de arenitos finos, cinza claros.	
			Estrada Nova		Argilitos, folhelhos e siltitos cinza escuros com raras intercalações de arenitos finos, cinza claros.	
Permiano	Tubarão		Palermo		Siltitos cinza escuros a cinza esverdeados, localmente com intercalações de arenitos finos cinza claros.	
			Guatá	Siderópolis	Arenitos finos a médios, cinza a cinza esbranquiçados, Siderópolis intercalados com siltitos cinza escuros, siltitos carbonosos e camadas de carvão.	
				Rio Bonito		Siltitos cinza a cinza esverdeados intercalados com arenitos finos.
					Paraguaçu	Arenitos médios a grosseiros, cinza esbranquiçados com algumas intercalações de siltitos cinzas.
					Triunfo	Folhelhos, argilitos, arenitos finos, ritmitos e diamictitos.
Pré-Cambriano	Complexo Metamórfico-Migmático		Itararé	Rio do Sul	Migmatitos, granitos e gnaisses.	

Fonte: Modificado de Machado et al. (1984).

2.1.5 Vegetação

A vegetação encontrada na região de Siderópolis é classificada como Floresta Ombrófila Densa (TEIXEIRA, 1994). As áreas de estudo encontram-se em altitudes de 145 a 185m, enquadrando-se dentro da formação Submontana. Originalmente, esta formação é caracterizada por apresentar árvores de grande porte, chegando a uma altura aproximada de 30m e por possuir copas largas, resultando em uma cobertura fechada, dando a vegetação uma aparência densa. O sub-bosque apresenta plântulas de regeneração natural, além de palmeiras de pequeno porte e de lianas herbáceas em maior quantidade (MARTINS, 2005). A cobertura vegetal atual das áreas de estudo está descrita no item 3.1

2.2 AMOSTRAGEM

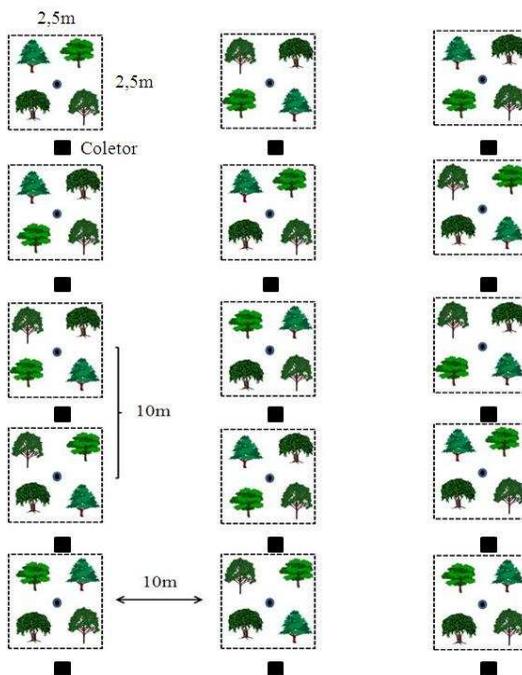
As observações e coletas no campo foram realizadas quinzenalmente no período de abril de 2012 a março de 2013.

2.2.1 Taxas de herbivoria

Para a verificação das taxas de herbivoria foram estabelecidas 15 parcelas amostrais (2,5 x 2,5m) por área estudada, distribuídas equidistantemente em 10m. Entre as parcelas foram instalados coletores utilizados para a quantificação da serrapilheira (Figura 5).

Em cada parcela amostral foi marcado um ponto central no qual foram selecionados os quatro espécimes de plantas mais próximas com altura de até 2m. Para cada área de estudo foi verificada a densidade de espécies de plantas previamente selecionadas em cada parcela amostral. Todas as folhas foram analisadas em plantas que possuíram até 25 folhas e para aquelas que apresentaram mais de 25 folhas foi marcado um ramo para cada planta, sendo analisadas sempre as folhas presentes neste ramo. O percentual de herbivoria de cada folha foi quantificado a olho nu, de acordo com as seguintes categorias: 0 = sem herbivoria; 1 = até 12,5% da superfície foliar; 2 = até 25%; 3 = até 37,5%; 4 = até 50%; 5 = até 62,5%; 6 = 75%; 7 = até 87,5%; 8 = até 100% de dano (DIRZO; DOMINGUEZ, 1995). As plantas amostradas foram identificadas por botânicos do Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI) da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), seguindo as delimitações de APG III (2009).

Figura 5 - Representação esquemática da distribuição das parcelas amostrais para o levantamento das taxas de herbivoria no município de Siderópolis, SC.



2.2.2 Serrapilheira

Para quantificar a serrapilheira foram estabelecidos três transectos de 40m de comprimento por área de estudo. Em cada transecto foram instalados cinco coletores de 0,25m² com fundo de tela de nylon permeável à água suspensos a 10cm do solo (Figura 6), distantes entre si por 10m, totalizando 15 coletores por área de estudo.

Figura 6 - Em destaque um dos coletores instalados nas áreas de estudo, no município de Siderópolis, SC.



Fonte: Próprio autor.

Em campo, a serrapilheira encontrada nos coletores foi colocada e depositada em sacos plásticos. Posteriormente, em laboratório foi transferida para envelopes de papel pardo e desidratada em estufa com circulação forçada de ar a 50 oC. Após a secagem, o material vegetal foi separado nas frações folhas, ramos, material reprodutivo e miscelânea. Depois da triagem a serrapilheira foi pesada, utilizando uma balança analítica de precisão para a obtenção da biomassa vegetal.

2.2.3 Análise de dados

As taxas de herbivoria foram calculadas através do índice de herbivoria (IH), dado pela fórmula (DIRZO; DOMINGUEZ, 1995):

$IH = \sum (ni \times i)/N$, onde: ni = número de folhas por categoria; i = categoria de herbivoria (0 – 8); N = número total de folhas para cada parcela amostral.

Para comparar os índices de herbivoria e a produção de serrapilheira entre as três áreas de estudo foi aplicada a análise de variância ANOVA, seguida do Teste de Tukey, utilizando o programa PAST 2.04. A mesma análise de variância foi aplicada para a comparação entre os índices de herbivoria das espécies mais abundantes e as demais espécies ($p = 0,05$) (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

A produção de serrapilheira foi correlacionada com as variáveis climáticas (temperatura máxima, média e mínima, precipitação pluviométrica, umidade relativa e velocidade do vento), por meio de

correlações de Spearman ($p = 0,05$), utilizando o programa PAST versão 2.04 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

As informações referentes às médias, mínimas e máximas dos dados climáticos para cada mês, foram obtidas na Estação Experimental da EPAGRI/Criciúma.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 HERBIVORIA

Foram amostrados nas três áreas de estudo 180 indivíduos, pertencentes a 51 espécies, 33 gêneros e 24 famílias botânicas. Dentre as 180 plantas analisadas, uma foi identificada até o nível de divisão, cinco foram identificadas até o nível de família, seis até gênero, 34 até espécies e em cinco plantas a identificação não foi possível (Tabela 2).

Tabela 2 - Relação das espécies amostradas nas três áreas de estudo no município de Siderópolis, SC.

Família/Espécies	Nome popular	Área
Anemiaceae		
<i>Anemia</i> sp.		A3
Apocynaceae		
<i>Peltastes peltatus</i> (Vell.) Woodson	cipó-benção	A3
Araliaceae		
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	pau-mandioca	A3
Areaceae		
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmitheiro	A3
Asteraceae		
Asteraceae sp1		A1
<i>Baccharis</i> sp.	vassourinha, carqueja	A1,A2
<i>Eupatorium polystachyum</i> DC.	vassourão	A1
<i>Eupatorium serratum</i> Spreng.	vassourão	A1
<i>Mikania</i> sp.		A2
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	arnica	A2
Clusiaceae		
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	bacopari	A3
Euphorbiaceae		
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	laranjeira-do-mato	A3
Fabaceae		
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	trevinho-do-campo	A2
<i>Desmodium incanum</i> DC.	carrapicho	A1
Fabaceae sp1		A2
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	ingá	A3

Família/Espécies	Nome popular	Área
<i>Lonchocarpus</i> sp.		A3
Lamiaceae		
<i>Hyptis</i> sp.		A2
Lamiaceae sp1		A1,A2
Melastomataceae		
<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	pixirica	A1,A2
<i>Leandra dasytricha</i> (A.Gray) Cogn.	pixirica	A3
<i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.	quaresmeira	A3
Meliaceae		
<i>Guarea Macrophylla</i> Vahl.	pau-d'arco	A3
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	catiguá	A3
Monimiaceae		
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	pimenteira	A3
Moraceae		
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	tajuba	A3
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	cincho	A3
Myrtaceae		
<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	guamirim-vermelho	A3
<i>Myrcia tijuensis</i> Kiaersk.	ingabaú	A3
Ochnaceae		
<i>Ouratea parviflora</i> (DC.) Baill.	guaraparim-miúdo	A3
Onagraceae		
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC) Hara	cruz-de-malta	A2
Poaceae		
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	capim-gordura	A2
Primulaceae		
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	capororoca	A1,A2
Quiinaceae		
<i>Quiina glaziovii</i> Engl.	juvarana	A3
Rubiaceae		
<i>Psychotria</i> sp.		A3
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	café-do-mato	A3
Rubiaceae sp1		A3
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	café-do-mato	A3
Sabiaceae		

Família/Espécies	Nome popular	Área
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	pau-fernandes	A3
Salicaceae		
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	chá-de-bugre	A1
Solanaceae		
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	cuvitinga	A1
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	peloteira	A1
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hill.	canena	A2
<i>Solanum variabile</i> Mart.	jurubeba-velame	A2
Solanaceae sp1		A3
Pteridófitas		A3
Não identificadas		A3

Fonte: Próprio autor.

As espécies mais abundantes na A1 foram *Baccharis* sp. com 40 indivíduos e *Myrsine coriacea* com sete indivíduos. Na A2 foram *Melinis minutiflora* e *Baccharis* sp. com 30 e nove indivíduos, respectivamente. *Actinostemon concolor* (7), *Euterpe edulis* (6) e *Sorocea bonplandii* (6) foram as espécies mais abundantes amostradas na A3 (Tabela 3). Segundo a análise de variância, os índices de herbivoria das espécies mais abundantes encontradas nas três áreas florestais (A1: *Baccharis* sp., A2: *Melinis minutiflora* e A3: *Actinostemon concolor*) não diferiram estatisticamente dos observados em espécies com apenas um indivíduo, mostrando que mesmo espécies com maior número de indivíduos não apresentaram maiores índices de herbivoria (A1: $F_{[1,46]} = 0,055$ $p = 0,8147$; A2: $F_{[1,46]} = 1,465$ $p = 0,2324$; A3: $F_{[1,46]} = 0,1301$ $p = 0,72$).

Com relação à riqueza de espécies foram amostradas 10 espécies na A1 com *Solanum pseudocapsicum* apresentando o maior IH, seguida por *Solanum mauritianum* e *Myrsine coriacea*. Na A2 foram amostradas 15 espécies, sendo *Hyptis* sp. e *Pluchea sagittalis* as espécies com os maiores IHS observados e na A3 foram amostradas 30 espécies, sendo que as folhas de *Meliosma sellowii* e *Ouratea parviflora* foram as mais consumidas (Figura 7).

Tabela 3 - Abundância das espécies amostradas nas três áreas estudadas no município de Siderópolis, SC.

Espécies	Abundância		
	A1	A2	A3
<i>Anemia</i> sp.	-	-	1
<i>Peltastes peltatus</i> (Vell.) Woodson	-	-	1
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	-	-	1
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	-	-	6
Asteraceae sp1	-	4	-
<i>Baccharis</i> sp.	40	9	-
<i>Eupatorium polystachyum</i> DC.	1	-	-
<i>Eupatorium serratum</i> Spreng.	1	-	-
<i>Mikania</i> sp.	-	1	-
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	-	1	-
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	-	-	2
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	-	-	7
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	-	1	-
<i>Desmodium incanum</i> DC.	4	-	-
Fabaceae sp1	-	1	-
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	-	-	2
<i>Lonchocarpus</i> sp.	-	-	1
<i>Hyptis</i> sp.	-	1	-
Lamiaceae sp.1	2	1	-
<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	1	3	-
<i>Leandra dasytricha</i> (A.Gray) Cogn.	-	-	1
<i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.	-	1	-
<i>Guarea Macrophylla</i> Vahl.	-	-	3
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	-	-	1
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	-	-	3
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	-	-	1
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	-	-	6
<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	-	-	1
<i>Myrcia tijucensis</i> Kiaersk.	-	-	1
<i>Ouratea parviflora</i> (DC.) Baill.	-	-	1
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC) Hara	-	1	-
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	-	30	-
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	7	4	-

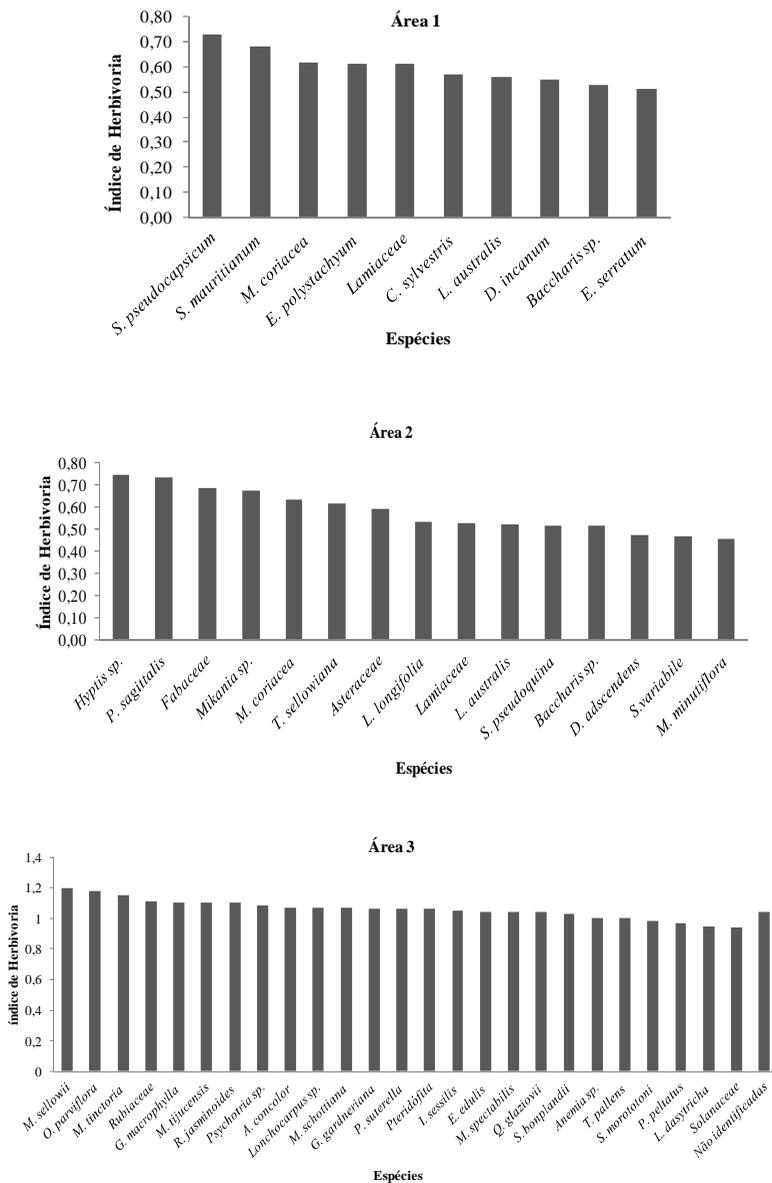
<i>Quiina glaziovii</i> Engl.	-	-	1
<i>Psychotria</i> sp.	-	-	3
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	-	-	3
Rubiaceae sp.1	-	-	1
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.	-	-	4
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	-	-	2
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	-	-
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1	-	-
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	2	-	-
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hill.	-	1	-
<i>Solanum variabile</i> Mart.	-	1	-
Solanaceae sp1	-	-	1
Pteridófitas	-	-	1
Não identificadas	-	-	5
Total de espécies	10	15	30

Fonte: Próprio autor.

O fato da herbivoria não depender da abundância das plantas pode estar associada às preferências alimentares dos herbívoros. Para a maioria dos insetos herbívoros, um único tipo de planta não é um alimento completo. Dessa forma, esses herbívoros precisam suprir sua alimentação com uma maior variedade de plantas (SCHOONHOVEN et al., 2005). Dado que a riqueza de espécies de plantas nas áreas de estudo foi considerada baixa, os insetos herbívoros devem sofrer uma limitação na variedade de alimento. Portanto, é esperado que os herbívoros que conseguem se estabelecer nessas áreas sejam generalistas, ou seja, capazes de se alimentar de uma grande variedade de plantas.

Os índices de herbivoria na A1 variaram de 0,51 a 0,73. Para a A2 os IHS variaram de 0,46 a 0,75 e em relação à A3 os IHS variaram de 0,94 a 1,2 (Figura 8). Riguete et al. (2011), analisando herbivoria em espécies arbustivas no Pantanal de Poconé, MS, encontraram índices de herbivoria que variavam de 0,21 a 0,73, dados semelhantes aos obtidos na A1 e A2. Castanho (2004), avaliando as taxas de herbivoria de quatro espécies na Amazônia, obteve médias entre 1,12 a 2,24, resultados superiores ao encontrado no presente estudo. Corrêa (2007) observou uma taxa de herbivoria de 0 a 21% em espécies lenhosas em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural da Mata Atlântica em Pernambuco.

Figura 7 - Ranking dos índices médios de herbivoria das espécies amostradas na área 1, 2 e 3, no município de Siderópolis, SC.



Fonte: Próprio autor.

Segundo a análise de variância, os índices de herbivoria foram significativamente maiores na A3 comparada com as demais áreas ($F_{[2,69]} = 449,3$ $p < 0,05$). Os resultados obtidos no presente estudo não corroboram a hipótese da aparência de plantas, onde plantas consideradas “aparentes” (fim de sucessão vegetal) precisam investir muito em defesas quantitativas que são metabolicamente “caras”, como redutores de digestibilidade, mas eficientes para qualquer tipo de herbívoro em geral, o que não foi observado na A3 onde encontrou-se os maiores índices de herbivoria (FEENY, 1976).

Por sua vez, as plantas analisadas nas áreas A1 e A2, consideradas “não aparentes” por serem de pequeno porte e crescimento rápido, obtiveram IHS menores uma vez que “escapam” dos herbívoros no tempo e espaço, sendo assim, precisam de defesas químicas menos sofisticadas, ou seja, defesas qualitativas, que são metabolicamente mais “baratas” (como toxinas) e são mais facilmente superadas por herbívoros especialistas do que generalistas (FEENY, 1976).

A hipótese da disponibilidade de recursos não foi corroborada no presente estudo, onde ambientes sem um dossel formado, como no caso das A1 e A2 possuem quantidade maior de luz, nutrientes e carbono. Essas condições são consideradas favoráveis para o crescimento, sendo assim plantas encontradas nesses ambientes investiriam mais em crescimento do que em defesas contra a herbivoria. Portanto, plantas persistentes ou de final de sucessão podem crescer lentamente, devido à competição no dossel, e, conseqüentemente devem ser mais fortemente defendidas (COLEY, 1983). Coley et al. (1985) explicam que plantas crescendo em locais com limitações de nutrientes têm maior dificuldade em repor material vegetal perdido por herbivoria, devido à escassez de nutrientes no ambiente. Dessa forma, essas espécies tendem a apresentar maior investimento em compostos de defesa contra a herbivoria.

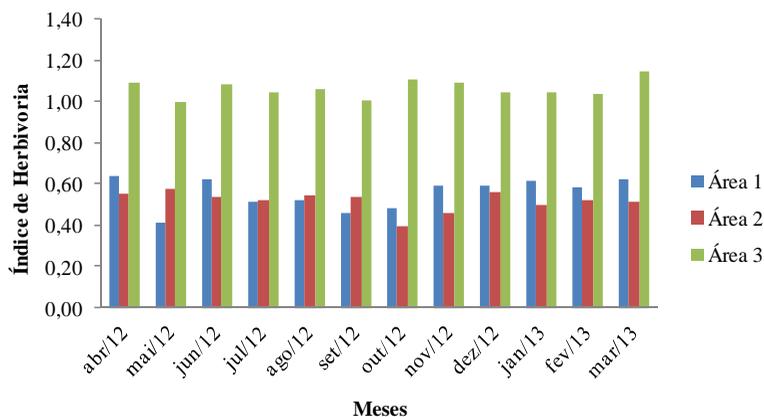
Os resultados encontrados no presente estudo podem estar associados ao fato de que plantas que vivem em solos com baixa fertilidade acumulam grandes quantidades de compostos fenólicos e terpenos, devido à abundância de compostos orgânicos, produzidos pelo metabolismo primário e à menor disponibilidade de nutrientes minerais (BRYANT et al., 1983; FLANAGAN; VAN CLEVE, 1983 *apud* STARK et al., 2007).

Por sua vez, o solo encontrado nas A1 e A2 foi construído em razão da recuperação ambiental realizada nessas áreas. Por ser um solo construído, a sua fertilidade é considerada baixa em comparação ao solo da A3. Esse aspecto pode determinar altas razões carbono/nutriente nos tecidos de uma parcela considerável de plantas, favorecendo a síntese e

altas concentrações de compostos fenólicos. Essas substâncias podem conferir resistência contra predadores e patógenos às plantas (HAGERMAN; BUTLER, 1991 *apud* KOUKI; MANETAS, 2002). Desta forma, folhas de espécies com altas relações carbono/nutriente em seus tecidos podem possuir altas longevidades foliares, uma vez que podem estar quimicamente mais protegidas (BRYANT et al., 1983).

Nas três áreas estudadas os índices de herbivoria se mantiveram constantes durante o ano, com um pequeno decréscimo em maio/2012 na A1, nos meses de setembro e outubro/2012 na A2 e um aumento em março/2013 na A3 (Figura 8).

Figura 8 - Média dos índices de herbivoria de cada área ao longo do período de estudo, Siderópolis, SC.



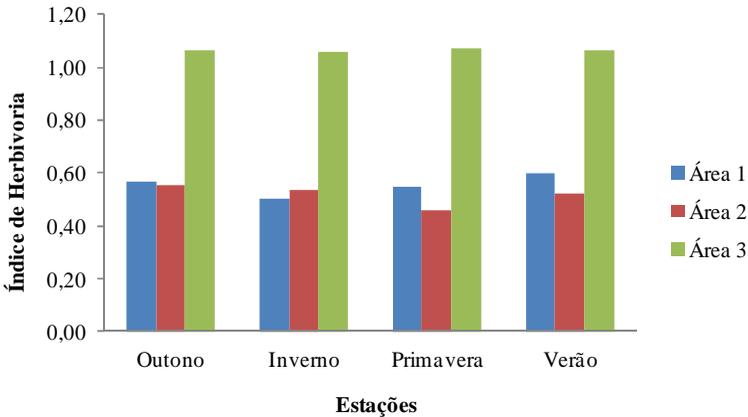
Fonte: Próprio autor.

Com relação às estações do ano, foi encontrado um padrão semelhante, sendo que os IHS se mantiveram constantes na A3 e foi encontrado apenas um pequeno decréscimo na primavera e no inverno na A1 e A2 (Figura 9). Os resultados obtidos não corroboram os encontrados por Turatti (2010) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana em Orleans, SC, que encontrou diferença significativa em relação aos IHS entre outono e inverno, sendo no inverno observados os menores índices. A autora associa este decréscimo na proporção dos IHS no período de inverno à baixa temperatura e à diminuição da quantidade

de horas de luz durante o dia, diminuindo a atividade dos insetos herbívoros, hipóteses postas por Mari e Galassi (2010).

O fato de que não foram encontradas diferenças nos IHS durante o ano nas três áreas amostradas no presente trabalho pode estar relacionado aos fatores climáticos que variaram pouco durante a realização do estudo (Tabela 4), provavelmente resultando em padrão diferencial do comportamento dos insetos herbívoros.

Figura 9 - Média dos índices de herbivoria para cada estação de ano das três áreas amostradas, no Município de Siderópolis, SC.



Fonte: Próprio autor.

3.2 SERRAPILHEIRA

3.2.1 Clima

Durante o período da realização do estudo, a temperatura média anual de 21,4°C superou a média obtida para o período de 28 anos (18,7°C) para a região do extremo Sul Catarinense (SANTOS, 1997). A temperatura máxima registrada ao longo da realização do estudo ocorreu no mês de dezembro, com 43,84°C. A temperatura mínima absoluta foi registrada em junho, com valor de 0,77°C (Tabela 4).

A precipitação pluviométrica anual, para o período do estudo, foi de 1.267,8mm, valor abaixo da média obtida para um período de 28 anos (1.441mm), conforme citado por Santos (1997). A média anual do percentual de umidade relativa durante o período do estudo foi de 82%, com o máximo valor registrado em março. Com relação à velocidade do

vento, a média anual registrada para o período do estudo foi de 1,93m.s, com valor máximo alcançado no mês de setembro (Tabela 4).

Tabela 4 - Dados climáticos mensais para o período de realização do estudo, no município de Siderópolis, SC.

Mês	Temperatura (°C)			Ppt (mm)	UR (%)	Vent (m.s)
	Máxima	Mínima	Média			
Abril	34,45	7,97	21,49	27,4	80	1,73
Maio	34,45	5,74	19,19	56,8	83	1,33
Junho	31,58	0,77	15,94	86,0	86	1,18
Julho	32,15	3,79	15,07	103,0	84	1,76
Agosto	33,13	6,55	20,03	39,0	79	2,23
Setembro	34,95	8,17	19,18	138,8	80	2,36
Outubro	34,92	11,75	22,25	111,8	82	2,22
Novembro	32,99	13,35	23,13	30,4	79	2,30
Dezembro	43,84	16,38	25,99	118,8	79	2,25
Janeiro	36,14	16,11	24,54	122,4	79	2,32
Fevereiro	37,63	17,12	24,8	207,8	86	1,80
Março	34,96	13,76	22,43	191,0	87	1,87

Fonte: EPAGRI, Criciúma/SC.

3.2.2 PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA

A produção de serrapilheira total foi estimada em 15.123,74 kg/ha/ano, sendo que a maior produção ocorreu na A3 (8.130,89 kg/ha/ano), seguido pela A2 (4.252,67 kg/ha/ano) e, por fim, pela A1 (2.740,18 kg/ha/ano) (Tabela 5). Trabalhos reunidos por Haag (1985) mostraram que a produção de serrapilheira em florestas tropicais situa-se na faixa de 7 a 12.000,00 kg/ha/ano de matéria seca, e a fração folha representa a maior proporção em relação à soma das frações ramos e outros materiais.

Na Floresta Ombrófila Densa, estudos já realizados em relação à produção de serrapilheira estimaram quantidades, variando de 1.800 a 9.500 kg/ha/ano, no entanto, na sua grande maioria, esses valores estão entre 5.000 e 8.000 kg/ha/ano (DICKOW, 2012) (Tabela 6).

Tabela 5 - Produção total, em kg/ha/ano, de serrapilheira e suas frações nas três áreas amostradas no município de Siderópolis, SC.

Área	Folhas	Ramos	Mat. Rep.	Miscelânea	Total
A1	1.646,01 ± 40,32	823,66 ± 43,12	28,90 ± 4,46	241,61 ± 17,16	2.740,18 ± 77,26
A2	2.455,46 ± 70,06	1.217,39 ± 48,75	171,52 ± 14,79	408,30 ± 24,45	4.252,18 ± 102,45
A3	5.303,31 ± 215,19	1.326,46 ± 91,89	575,13 ± 38,03	926 ± 45,51	8.130,89 ± 325,06
Total	9.404,78 ± 274,85	3.367,50 ± 150,61	775,56 ± 42,48	1.575,91 ± 72,96	15.123,75 ± 438,43

Fonte: Próprio autor.

Tabela 6 - Produção de serrapilheira (kg/ha/ano), em diferentes formações florestais brasileiras. (Flo.Omb.Den.Sub = Floresta Ombrófila Densa Sub-montana, Flo.Omb.Den = Floresta Ombrófila Densa, Rem. Mat.Atl = Remanescente de Mata Atlântica, Flo.Est.Dec = Floresta Estacional Decidual).

Vegetação	Local	Serrapilheira	Referência
Flo.Omb.Den.Sub	Cubatão, SP	4.460 a 5.681	Leitão-Filho (1993)
Flo.Omb.Den	Orleans, SC	10.554	Santos (1997)
Flo.Omb.Den	Criciúma, SC	7.499	Rosso (2011)
Flo.Omb.Den	Paranapiacaba, SP	1.803	Domingos et al., (1990)
Flo.Omb.Den	Paranapiacaba, SP	3.810	Domingos et al., (1990)
Flo.Omb.Den	Saleosópolis, SP	6.054	Custódio-Filho (1994)
Flo.Omb.Den	Cananéia, SP	6.400	Rebello et al., (1992)
Flo.Omb.Den	Florianópolis, SC	6.300	Hinckel e Panitz (1999)
Flo.Omb.Den	São Pedro de Alcântara, SC	11.676	Cardoso e Reis (1996)
Flo.Omb.Den	Angra dos Reis, RJ	8.347	Louzada et al., (1995)
Rem. Mat.Atl	Orleans, SC	8.662	Citadini-Zanette (1995)
Restinga	Paranaguá, PR	5.080	Pires et al., (2006)
Flo.Est.Dec	Parobé, RS	9.000	Mello (1995)
Flo.Est.Dec	Ouro Preto, MG	5.090	Werneck et al., (2001)
Cerrado	São Carlos, SP	5.800	Valenti et al.. (2008)

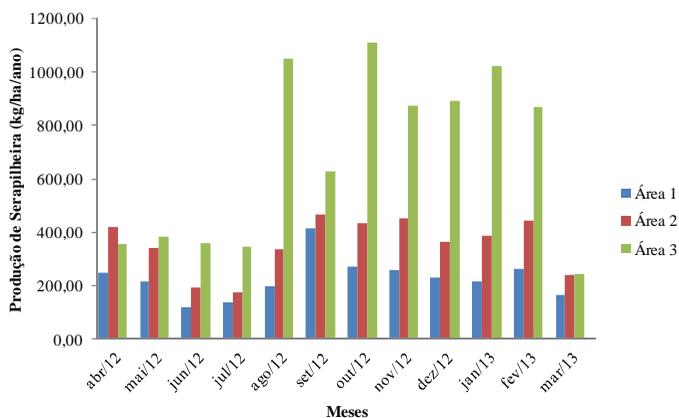
Fonte: Próprio autor.

A produção de serrapilheira foi significativamente maior na A3 comparado com as demais áreas ($F_{[2,33]} = 15,83$ $p < 0,05$). Segundo a revisão feita por Nascimento (2005), áreas de Mata Atlântica em estádio

inicial de regeneração possuem menor produção de serrapilheira do que aquelas em estádios mais avançados. Maiores produções de serrapilheira em estádios mais avançados de florestas tropicais foram também obtidos em estudos na Amazônia (MARTIUS, et al., 2004), no México (SANCHES; ALVERES SANCHES, 1995) e na Jamaica (MCDONALD; HEALY, 2000). Boeger et al. (2000) também encontraram resultados significativamente maiores em estádios avançados de uma Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Itapoá, SC. No entanto, Leitão-Filho et al. (1993) encontraram maior produção de serrapilheira em trechos sucessionais iniciais na Floresta Atlântica em Cubatão, SP, resultados semelhantes encontrados por Martins e Rodrigues (1999) em uma clareira de Floresta Semidecídua de Campinas, SP. Segundo esses autores, essa tendência na diminuição da produção de serrapilheira à medida que a comunidade se aproxima ao seu clímax pode ser explicada pela grande abundância de espécies pioneiras encontradas nos estádios iniciais de sucessão vegetal, uma vez que espécies pioneiras possuem crescimento acelerado e com isso necessitam de uma alta taxa fotossintética, a qual é conseguida através de uma grande biomassa de folhas que são rapidamente substituídas.

O pico de produção de serrapilheira na A1 aconteceu nos meses de setembro e outubro, na A2 nos meses de setembro e novembro, enquanto que na A3 nos meses de outubro, agosto e janeiro, respectivamente (Figura 10).

Figura 10 - Produção mensal de serrapilheira, em kg/ha/ano nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.



Fonte: Próprio autor.

A análise de correlação de Spearman não mostrou correlações significativas entre a produção de serrapilheira e as variáveis climáticas nas três áreas estudadas (Tabela 7). Resultados semelhantes foram obtidos por Pagano (1989), César (1993) e Martins e Rodrigues (1999), trabalhos esses realizados em florestas semidecíduais.

Tabela 7 - Resultado da análise de correlação de Spearman entre a produção mensal de serrapilheira e a variáveis climáticas das três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.

Área	Ppt (mm)	Tmax (°C)	Tmed (°C)	Tmin (°C)	UR (%)	Vent (m.s)
A1	0,16	0,43	0,35	0,46	-0,28	0,46
A2	0,12	0,38	0,41	0,51	-0,37	0,56
A3	-0,01	0,27	0,44	0,35	-0,66	0,55

Fonte: Próprio autor.

Martins e Rodrigues (1999) consideram o pico de produção de serrapilheira em setembro como consequência dos meses mais secos (julho e agosto), o que explicaria a falta de correlação direta entre a produção de serrapilheira e a precipitação pluviométrica. Esse padrão se aplica também neste estudo, principalmente na A3, uma vez que, os meses mais secos foram os meses de março/12, abril/12 e maio/12, o que indica que provavelmente deve ocorrer um atraso de dois a três meses na resposta da vegetação ao estresse hídrico (ARATO et al., 2003).

3.2.3 Folhas

A fração foliar foi à dominante nas três áreas estudadas, com 62,19% do peso seco total da serrapilheira produzida, sendo que na A1 a contribuição foliar foi de 60,07%, na A2 de 57,74% e na A3 de 65,22%. Estes percentuais estão próximos ao valor de 70% sugerido para ecossistemas florestais (MEENTMEYER et al., 1982) e dos registrados em florestas brasileiras (FERNANDES et al., 2006). Independente do Bioma estudado, a fração foliar normalmente constitui a maior proporção das frações de serrapilheira que caem sobre o solo (WERNECK et al., 2001; TIENNE et al., 2002).

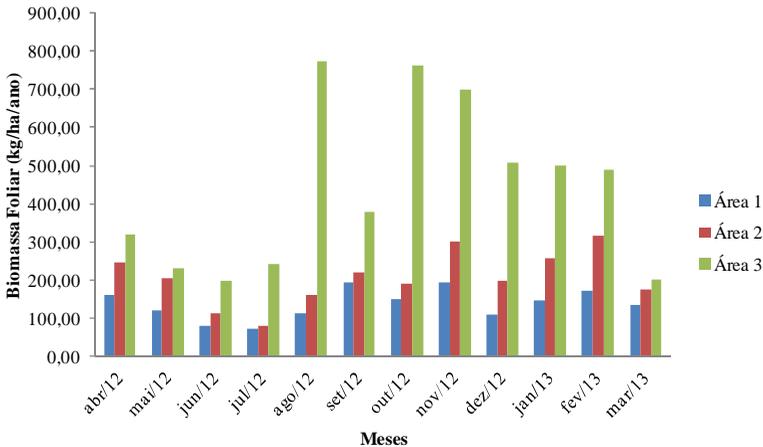
A produção da fração foliar na A3 foi significativamente maior em relação às outras áreas, seguindo o padrão de produção da serrapilheira total ($F_{[2,33]} = 17,48$, $p < 0,05$). Esses resultados não corroboram outros estudos, os quais observaram que a produção da fração foliar diminuiu com o avanço da fase sucessional em florestas

tropicais (PEZZATO; WISNIEWSKI, 2006; ROCHA, 2006; KÖHLER et al., 2008).

Dickow et al. (2010), investigando a produção de serrapilheira em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Subtropical no Paraná, encontraram maior deposição de folhas em fases iniciais de sucessão em relação às fases média e avançada. A maior deposição de folhas encontradas em fases iniciais de sucessão foi justificada pelos autores como decorrente do crescimento acelerado em que se encontrava a vegetação, principalmente, em razão da elevada abundância de espécies pioneiras, para o qual necessitava de uma alta taxa fotossintética, conseguida por meio de uma grande biomassa de folhas que eram rapidamente substituídas.

O padrão de deposição de folhas acompanhou o de deposição da serrapilheira total, com produção máxima no final dos meses mais secos (Figura 11), o que pode ser uma resposta da vegetação ao estresse hídrico (HERBOHN; CONGDON, 1993), em que a derrubada de folhas reduziria a perda de água por transpiração (MARTINS; RODRIGUES, 1999). Tem sido constatado esse padrão de deposição foliar em estudos realizados em florestas estacionais semidecíduais (MORELLATO, 1992; CESAR, 1993; OLIVEIRA, 1997) e decíduas (KONIG et al., 2002), podendo ser atribuído à abundância de espécies arbóreas decíduas e semidecíduas que concentram a queda foliar nas épocas mais frias do ano (outono e inverno) (MORELLATO, 1992, KONIG et al., 2002). No entanto, a ocorrência de ventos fortes de agosto/12 a janeiro/13 na região da realização do estudo pode ter atuado como fator mecânico, causando também uma maior deposição de folhas (PINTO et al., 2008).

Figura 11 - Biomassa foliar mensal, em kg/ha/ano nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.



Fonte: Próprio autor.

3.2.4 Ramos

A segunda fração mais importante foi à fração ramos que contribuiu com 22,27% quando somadas as três áreas estudadas. Na A1 a fração ramos contribuiu com 30,06%, na A2 com 28,63% e na A3 com 16,31% (Figura 12). Morellato (1992) encontrou 25 e 26% desta fração em duas florestas no Sudeste brasileiro e Backes et al. (2000) encontraram em torno de 28% de ramos em uma floresta na região sul do País. Segundo Martins e Rodrigues (1999), o menor valor de contribuição de ramos encontrados na biomassa total de serrapilheira em florestas paulistas foi de 12,41% e o maior foi de 32,6%, faixa onde se enquadram os resultados encontrados no presente estudo.

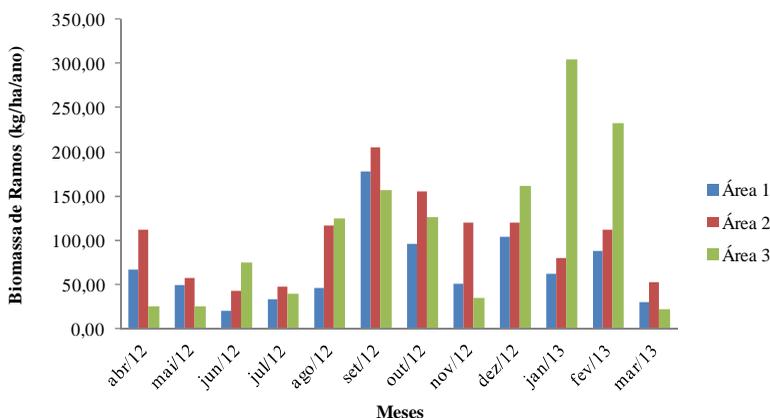
A A3 obteve a maior biomassa de ramos entre as áreas estudadas com 1.326,46 kg/ha/ano, seguida pela A2 com 1.217,39 kg/ha/ano e pela A1 com 823,66 kg/ha/ano. Este resultado já era esperado uma vez que a vegetação das áreas 1 e 2 era composta, predominantemente, por espécies herbáceas e arbustivas. Segundo a análise de variância ANOVA, não foram encontradas diferenças significativas entre as três áreas estudadas.

O pico de deposição de ramos na A1 e A2 aconteceu em setembro/12 e na A3 em janeiro e fevereiro/13 (Figura 12).

Normalmente, essa fração não apresenta sazonalidade, ao contrário da fração foliar. Segundo Pinto et al., (2008), a deposição de ramos ocorre em resposta a eventos bióticos e abióticos anteriores à sua deposição. Os eventos bióticos, geralmente, levam a respostas postergadas por um período maior de tempo, enquanto os eventos abióticos geram respostas imediatas, como danos físicos causados por quedas de árvores, ação das chuvas, queda de raios e ventos fortes. Portanto, o padrão de deposição dos ramos é marcado pela heterogeneidade temporal com baixa correlação com eventos climáticos, como também foi observado por König et al. (2002).

Apesar das áreas de estudo serem próximas, os ventos fortes que ocorreram de agosto/12 a janeiro/13 podem ter provocado os picos de deposição dos ramos.

Figura 12 - Biomassa de ramos mensal, em kg/ha/ano, nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.



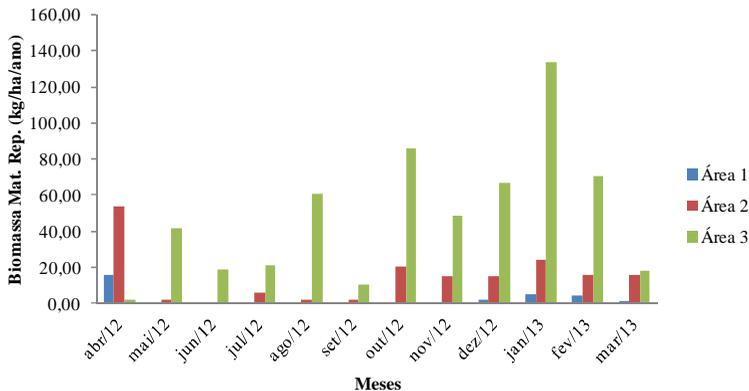
Fonte: Próprio autor.

3.2.5 Material reprodutivo

Somando as três áreas estudadas, a fração Material Reprodutivo apresentou um percentual de contribuição de 5,13%. Na A1 contribuiu com 1,05%, na A2 com 4,03% e na A3 com 7,07%. Segundo a análise de variância houve diferença significativa entre a A3 e as demais áreas ($F_{[2,33]} = 11,91$ $p < 0,05$).

Com menor participação na produção total de serrapilheira e o padrão de deposição bastante irregular durante o ano, a fração material reprodutivo apresentou picos na A1 e na A2 em abril/12 e na A3 em janeiro/13 (Figura 13). Segundo Diniz e Pagano (1997), a variação temporal da produção de material reprodutivo pode estar relacionada à diversidade de espécies presentes nas áreas de estudo e à fenologia dessas espécies mais do que ao estágio sucessional. Assim, os valores de produção desse material num mesmo tipo de floresta podem variar de acordo com a área estudada, pois estão na dependência das condições abióticas locais, da composição florística e da demografia de cada espécie.

Figura 13 - Biomassa de material reprodutivo, em kg/ha/ano, nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.



Fonte: Próprio autor.

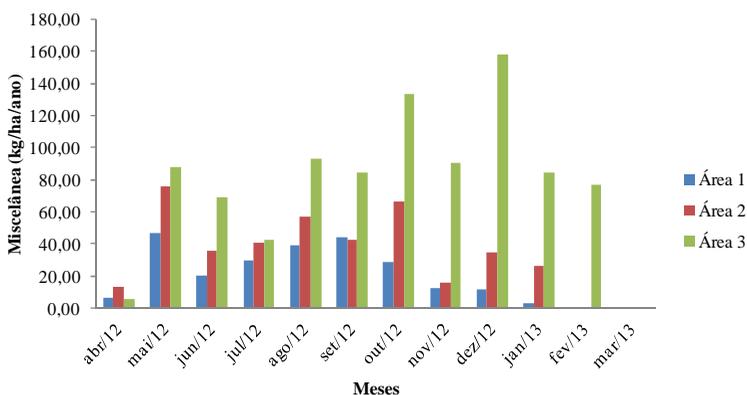
3.2.6 Miscelânea

No presente estudo esta fração foi composta por elementos como artrópodes, fezes de animais, penas de animais, casca de árvores e estruturas que não foram identificadas ou categorizadas de acordo com as outras frações pré-estabelecidas (folhas, ramos, material reprodutivo). Embora não tenha apresentado um padrão de sazonalidade bem definido, esta fração foi de grande importância para a avaliação da produção de serrapilheira, pois representaram 10,42% da serrapilheira total, somando as três áreas estudadas. A contribuição da fração miscelânea na A1 foi de 8,82%, na A2 de 9,6% e na A3 de 11,39%.

König et al. (2002) encontraram 12,9% da fração miscelânea em uma Florestal Estacional Decidual e Longhi (2009) encontrou 12,8% em uma Floresta Ombrófila Mista, estudos estes realizados em Santa Maria, RS.

Os picos de deposição da miscelânea na A1 e A2 foram alcançados em maio/12 e na A3 em dezembro/12 (Figura 14). Esses dados podem estar associados ao fato de que nos meses em que foram encontrados os maiores picos de deposição desta fração houve uma maior oferta de alimentos para os insetos e pássaros, podendo, com isso, contribuir para uma maior deposição de fezes e partes de insetos mortos (SOUTO, 2006).

Figura 14 - Biomassa de miscelânea mensal, em kg/ha/ano, nas três áreas estudadas, no município de Siderópolis, SC.



Fonte: Próprio autor.

4 CONCLUSÃO

A área 3 (A3) apresentou o maior número de espécies com 30, seguida pela A2 com 15 e pela A1 com 10 espécies, sendo A3 considerada mais heterogênea. Esta área também apresentou maiores índices de herbivoria comparado com as outras duas áreas, não corroborando as hipóteses da aparência de plantas e da disponibilidade de recursos, onde plantas consideradas “aparentes” precisam investir muito metabolicamente em defesas quantitativas e, portanto, devem crescer lentamente devido à competição no dossel, e, conseqüentemente serem mais fortemente defendidas. Dessa forma, essas espécies tendem a apresentar maior investimento em compostos de defesa contra a herbivoria.

Nas três áreas estudadas os índices de herbivoria se mantiveram constantes durante o ano e nas quatro estações do ano, não corroborando outros estudos que encontraram um decréscimo nos índices na estação de inverno. A constância nos índices encontrados pode estar relacionada aos fatores climáticos que variaram pouco durante a realização do estudo, provavelmente resultando em padrão diferencial do comportamento dos insetos herbívoros.

Observou-se que, apesar das espécies pioneiras na A1 e A2 terem um rápido crescimento e um curto ciclo de vida, investindo bastante na produção de biomassa em curto espaço de tempo, a maior produção anual de serrapilheira foi encontrada no remanescente florestal (A3). O maior valor encontrado no remanescente pode estar relacionado à maior diversidade da vegetação, às árvores adultas com copas maiores, formando um dossel mais fechado, resultando em uma maior biomassa, além de possuir uma estratificação mais complexa do que na A1 e A2.

Estudos relacionados com a produção de serrapilheira e índices de herbivoria, em áreas de recuperação ambiental e nos remanescentes florestais no estado de Santa Catarina ainda são escassos, no entanto, são fundamentais para monitorar as mudanças ocorridas nestes ambientes.

REFERÊNCIAS

- ANGELO, A. C.; DALMOLIN, A. Interações Herbívoro-Planta e suas Implicações para o Controle Biológico: Que tipos de inimigos naturais procurar? In: PEDROSA-MACEDO, J. H.; DALMOLIN, A.; SMITH, C. W. (orgs.). **O Araçazeiro: ecologia e controle biológico**. FUFEP, Curitiba, 2007. p. 71-91.
- APG III (The Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 141, p. 399-436, 2003.
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, p. 715-721, 2003.
- BACKES, A.; FERNADES, A.; ZENI, D. J. Produção de folheto em uma floresta com Araucária angustifolia no sul do Brasil. **Revista de Pesquisas Botânicas**, n. 50, p. 97-117, 2000.
- BIERREGAARD, R. O. JR.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical forest fragments. A prospective comparison of fragments and continuous forest. **Bioscience**, v. 42, p. 859-866, 1992.
- BLÜTHGEN, N. Interações plantas-animais e a importância funcional da biodiversidade: DEL-CLARO, K; TOREZAN-SILINGARDI, H (Ed.). **Ecologia das interações plantas animais: uma abordagem ecológica-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. 333p.
- BOEGER, M. R. T.; NEGRELLE, R. R. B.; MARTINS, R. Produção de serapilheira num gradiente sucessional em floresta ombrófila densa das terras baixas, Município de Itapoá, SC. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 91-106, 2000.
- BRANCALION, P. H. S.; VIDAL, E.; LAVORENTI, N. A.; BATISTA, J. L. F.; RODRIGUES, R. R. Soil-mediated effects on potential *Euterpe edulis* (Arecaceae) fruit and palm heart sustainable management in the Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 284, n.1, p. 78-85, 2012.

BRYANT, J.P. Resource availability: Implications for constitutive and long-term inducible defenses in foliage of woody plants. In: SPENCER, K. (Ed.). **AIBS Symposium**, Volume (in press), 1987.

BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S.; KLEIN, D. R. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. **Oikos**, v. 40, p. 357-368, 1983.

CASTANHO, T. C. Herbivoria em um gradiente de ambientes em floresta de terra firme da Amazônia Central, INPA, 2004.

CARDOSO, J. H.; REIS, A. Avaliação preliminar da deposição de serapilheira em estádios secundários da floresta ombrófila densa da encosta atlântica de Santa Catarina. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 47., 1996. Nova Friburgo. **Resumos...** Nova Friburgo: Sociedade Botânica do Brasil. p. 341.

CESAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53, p. 671-681, 1993.

CITADINI-ZANETTE, V. **Florística, fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de mata atlântica na microbacia do Rio Novo, Orleans, SC.** 238 f. 1995. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

COLEY, P. D. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. **Ecol. Mongr.**, v. 53, p. 209-233, 1983.

COLEY, P. D.; AIDE, T. M. Comparison of herbivory and plant defense in temperate and tropical broad-leaved forests. In: PRICE, P. W.; LEWINSOHN, T. M.; FERNANDES, G. W.; BENSON, W. W. (Ed.). **Plant-Animal Interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions.** New York: Wiley, 1991. p. 25-49.

COLEY, P. D.; BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S. Resource availability and plant antiherbivore defense. **Science**, v. 230, p. 895-899, 1985.

CÔRREA, P. G. Defesas foliares em resposta à herbivoria em espécies lenhosas de restinga, IPOJUCA-PE. 2007, 53 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

CUSTÓDIO-FILHO, A. **Produção e Decomposição de Serapilheira em um Trecho de Floresta Plúbia Atlântica - Estação Biológica de Boracéia, São Paulo, SP, Brasil.** 1994. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. **Ecologia das interações plantas animais: uma abordagem ecológico-evolutiva.** Technical Books, Rio de Janeiro, 2012, 350p.

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M; BELCHIOR, C.; ALVES-SILVA, E. Ecologia comportamental: Uma ferramenta para compreensão das relações animal-planta. Uberlândia. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 1, p. 16-26, 2009.

DICKOW, K. M. C. **Ciclagem de fitomassa e nutrientes em sucessão secundária na Floresta Atlântica, Antonina, PR.** 2010. 215 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

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

DINIZ, S.; PAGANO, S. N.. Dinâmica de folheto em floresta mesófila semidecídua no município de Araras. I – Produção, decomposição e acúmulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 9, p. 27-36, 1997.

DIRZO, R.; DOMINGUEZ, C. Plant-herbivore interactions in Mesoamerican tropical dry forest. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. A. (Ed.). **Seasonally Dry Tropical Forests.** Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 304-325.

DOMINGOS, M.; POGGIANI, F.; DE VUONO, Y. S.; LOPES, M. I. M. S. Produção de serapilheira na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea**, v. 17, p. 47-58, 1990.

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas.** São Paulo: EPU, 1980. 71p.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina; CIRAM. Centro de Informações de Recursos

Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. Secretaria de estado do desenvolvimento Rural e da Agricultura. **Dados e informações bibliográficas da unidade de planejamento regional litoral sul catarinense – UPR8**. Florianópolis: EPAGRI, 2001. CD ROM.

FADINI, M. A. M.; LEMOS, W. P.; PALLINI, A.; VENZON, M.; MOURÃO, S. A. Herbivoria de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) induz defesa direta em morangueiro? **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 293-297, 2004.

FLANAGAN, P. W.; van CLEVE, K. Nutrient cycling in relation to decomposition and organic matter quality in taiga forest ecosystems. **Canadian Journal Forest Research**, v. 13, p. 795-817, 1983.

FEENY, P. Plant apparency and chemical defense. In: WALLACE, J.; MANSELL, R. L. (Ed.). **Biochemical Interactions Between Plants and Insects**: Recent Advances in Phytochemistry. New York: Plenum, 1976.

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição da serrapilheira em área de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpinieafolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mario Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2006.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da Mata Atlântica**. 2002. Disponível em: <http://www.sosmataatlantica.org.br/index.php?section=info&action=fauna>. Acesso em: 25 mar. 2012.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Ed.). **Mata Atlântica**: biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005. p. 3-11.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G.; VAN DEN BERG, C. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, p. 52-61, 2005.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**.

Campinas: Fundação Cargill, 1985.

HAGERMAN A. E.; BUTLER, L. Tannins and lignins. In: Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites. **Rosenthal GA, Berenbaum MR.** Academic Press, San Diego, v. 1, p. 355-388, 1991.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T; RYAN, P. D. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, p. 1-9, 2001.

HERBOHN, J. L.; CONGDON, R. A. Ecosystem dynamics disturbed and undisturbed sites in north Queensland wet tropical rain forest. II - Litterfall. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p-365-380, 1993.

HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-animal interactions: an evolutionary approach.** Oxford: Blackwell Publishing, 2002. 313p.

HINKEL, R.; PANITZ, C. M. N. Estudo comparativo da produção de serapilheira de uma área de mata atlântica e de um povoamento de *Pinus elliotii* Engelm. var. *elliottii* na Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 67-93, 1999.

HOCHULI, D. F. Insect herbivory and ontogeny: How do growth and development influence feeding behavior, morphology and host use? **Austral Ecology**, v. 26, p. 563-570, 2001.

IPAT/UNESC. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas. Universidade do Extremo Sul Catarinense. **Diagnóstico Ambiental Mina Malha II Leste, Siderópolis, Santa Catarina.** Relatório técnico. Criciúma, 121p, 2002.

IPAT/UNESC. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas. **Projeto de Reabilitação Ambiental de Áreas Degradadas pela atividade extrativa de carvão mineral: Campo Malha II Oeste, Siderópolis, Santa Catarina.** Criciúma, 2005.

KARBAN, R.; BALDWIN I. T. **Induce responses to herbivory.** Chicago: University of Chicago Press, 1997. 317p.

KOUKI, M.; MANETAS, Y. Resource availability affects differentially the levels of gallotannins and condensed tannins in *Ceratonia siliqua*. **Bioch. Syst. Ecol.**, v. 30, p. 631-639, 2002.

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

KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta estacional decidual no município de Santa Maria, RS. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 429-435, 2002.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México, Fundo de Cultura Econômica. 1931.

KURSAR, T. A.; COLEY, P. D. Convergence in defense syndromes of young leaves in tropical rainforests. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 31, p. 929-949, 2003.

LEITÃO-FILHO, H. F.; PAGANO, S. N., CESAR, O.; TIMONI, J. L.; RUEDA, J. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)**. EDUSP, São Paulo, 1993.

LONGHI, R. **Avaliação da deposição de serapilheira e macronutrientes em três grupos florísticos na floresta ombrófila mista**. 2009. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

LOUZADA, M. A. P.; QUINTELA, M. F. S.; PENNA, L. P. S. Estudo comparativo da produção de serapilheira em áreas de mata atlântica: a floresta secundária “antiga” e uma floresta secundária (capoeira). **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 61-74, 1995.

McDONALD, M. A.; HEALEY, J. R. Nutrient cycling in secondary forest in the Blue Mountains of Jamaica. **Forest Ecology and Management**, v. 139, p. 257-278, 2000.

MACHADO, J. L. F. PERUFFO, N. LIMA, J. E. S. **Programa Nacional de Prospecção para carvão, linhito e turfa**: Projeto estudo da vulnerabilidade à contaminação dos mananciais subterrâneos decorrentes da extração do carvão mineral. Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais - Departamento Nacional de Produção Mineral. Relatório técnico. Porto Alegre, 1984.

MARI, E. K. A.; GALASSI, M. E. Factores ambientales o herbívoria controlan La emergência de plântulas em um bosque fluvial del Río Paraná? **Interciencia**, v. 35, n. 8, p. 605-612, 2010.

MARTINS, R. **Florística, estrutura fitossociológica e interações interespecíficas de um remanescente de Floresta Ombrófila Densa como subsídio para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão, Siderópolis, SC.** 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MARTINS, C. C.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 3, p. 405-412, 1999.

MARTIUS, C.; HOFER, H.; GARCIA, M. V. B.; ROMBKE, J.; HANAGARTH, W. Litter fall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in Central Amazônia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 68, p. 137-154, 2004.

MEENTMEYER, V.; BOX, E. O.; THOPSON, R. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. **Bioscience**, n. 32, p. 125-128, 1982.

MELLO, R. S. P.. **Produção de serapilheira e aspectos da ciclagem de nutrientes em dois tipos florestais adjacentes no Rio Grande do Sul.** 1995. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

MENEZES, M. P. M.; MEHLING, U. Desfolha maciça de árvores de *Avicennia germinans* (L.) Stearn 1958 (Avicenniaceae) por *Hyblaea puera* (Lepidoptera: Hyblaeidae), nos manguezais da Península de Bragança, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, v. 1, p. 221-226, 2005.

MORELLATO, L. P. C. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil.** Campinas: UNICAMP, 1993. p.98-109.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.

MUDDOCH, W. W.; EVANS, F. C.; PETERSON, C. H. Diversity and pattern in plants and insects. **Ecology**, v. 53, p. 819-829, 1972.

NAEEM, S.; THOMPSON, L. J.; LAWLER, S. P.; LAWTON, J. H.; WOODFIN, R. M. Empirical evidence that declining species diversity may alter the performance of terrestrial ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 347, p. 249-262, 1995.

NASCIMENTO, A. C. P. **Produção e aporte de nutrientes da serrapilheira em um fragmento de mata atlântica na Rebio União, RJ: efeito de borda**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2005.

NOVOTNY, V.; MISSA, O. Local and regional species richness in the tropics: sap-sucking insects (Auchenorrhyncha, Hemiptera) from a lowland rain forest site and the island of New Guinea. **Ecological Entomology**, v. 25, p. 445-451, 2000.

NUNES, F. P.; PINTO, M.T.C. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 98-102, 2007.

OLIVEIRA, R. E. **Aspectos da dinâmica de um fragmento florestal em Piracicaba-SP: silvigênese e ciclagem de nutrientes**. 1997. 85 f. Dissertação (Mestrado). ESALQ/USP, Piracicaba, 1997.

OLIVEIRA, R. R.; LACERDA, L. D. Produção e composição química da serapilheira na Floresta da Tijuca (RJ). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 16, n. 1, p. 93-99, 1993.

PAGANO, S. N. Produção de folheto em mata mesófila semi-decídua no município de Rio Claro, SP. **Rev. Bras. Bio.**, v. 49, p. 633-639, 1989.

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

- PIANKA, E. R. **Evolutionary Ecology**. 6. ed. New York: Benjamin-Cummings, 2000.
- PINTO, S. J. C. et al. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na reserva Mata do Paraíso em Viçosa, MG. **R. Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 545-556, 2008.
- PIRES, L. A.; BRITTEZ, R. M.; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta Botânica brasílica**, v. 20, n. 1, p. 173-184, 2006.
- PORTES, M. C. G. O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhagava- PR. **Floresta**, v. 26, n. 1/2, p. 3-10, 1996.
- PRADO, P. I. K. L.; LEWINSOHN, T. M. Compartments in insect-plant associations and their consequences for community structure. **Journal of Animal Ecology**, v. 73, p. 1168-117, 2004.
- PRICE, P. W. Species interactions and the evolution of biodiversity. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. (Ed). *Plant Animal Interactions*. Oxford: Blackwell Scienced, 2002. 313 p.
- RAVEN, P; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 728 p.
- REBELO, C. F. ; MORAES, R. M.; VARJABEDIAN, R. et al. Ciclagem de nutrientes na floresta pluvial tropical da Serra do Mar do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO ECOLOGIA, 2., CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Caxambú. **Resumos ...** Caxambú: Sociedade de Ecologia do Brasil, 1992. p.493.
- REITZ, R. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 1983.
- RHOADS, D. F.; CATES, R. G. Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. **Rec Adv Phytochem.**, v. 10, p. 168-213, 1976.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA.; M. M. The brazilian Atlantic forest: How much is left, and how is the remaining Forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, n. 142, v. 6, p. 1141-1153, 2009.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503p.

RIGUETE J. R.; SABINO U.; KROHLING W.; SILVA A. G. Análise comparada da herbivoria em três diferentes espécies arbustivas no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Natureza on line**, v. 9 p. 59-61, 2011.

RISLEY, L. S.; CROSSLEY, JR, D. A.. Herbivore caused Green fall in the southern Appalachians. **Ecology**, v. 69, p. 1118-1127, 1988.

ROCHA, A. A. **Deposição de fitomassa e nutrientes, acumulação e decomposição de serapilheira em três tipologias da Floresta Atlântica, Paranaguá, PR**. 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RODRIGUES, R. R. Restauração de florestas tropicais indicadores de avaliação e monitoramento vegetal. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998. v. 5. p. 179-183.

ROSSO, M. F. **Produção e acúmulo de serapilheira em Floresta Ombrófila Densa, Criciúma, Santa Catarina**. 2011. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

SANCHEZ, G.; ALVAREZ-SANCHEZ, J. Litterfall in primary and secondary tropical forests of Mexico. **Tropical Ecology**, v. 36, p. 191-201, 1995.

SANDERSON, R. A. Diversity and evenness of Hemiptera communities on naturally derelict land in NW England. **Ecography**, v. 15, p. 154-160, 1992.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. **Atlas escolar de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro/IOESC, 1991. 136 p.

SANTOS, R. Produção de serrapilheira e decomposição foliar em um remanescente de Mata Atlântica, Orleans, SC. 1997. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

SARGERS, C. L.; COLEY, P. D. Benefits and costs of plant defense in a neotropical shrub. **Ecology**, v. 76, p. 1835-1843, 1995.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. Oxford: Oxford University Press, 2005.

SEVEGNANI, L.; Vegetação da Bacia do Rio Itajaí em Santa Catarina. In: SCHÄFFER, W. B.; PROCHNOW, M. **A Mata Atlântica e Você**: Como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Brasília: APREMAVI, 2002. p. 85-102.

SILVA, J. M. C.; CASTELETI, C. H. M. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica Brasileira. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (eds). **Mata Atlântica**: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005. p. 43-59.

SOUTHWOOD, T. R. E.; BROWN, V. K.; READER, P. M. The relationships of plant and insect diversity in succession. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 12, p. 327-348, 1979.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga e de eucalipto em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, v. 7, p. 101-113, 2001.

STARK, S.; JULKUNEN-TIITTO, R.; KUMPULA, J. Ecological role of reindeer summer browsing in the mountain birch (*Betula pubescens*

ssp. *czerepanovii*) forests: effects on plant defense, litter decomposition, and soil nutrient cycling. **Oecologia**, v. 151, p.486-498, 2007.

STRONG, D. R.; LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD, R. **Insects on plants: Community patterns and mechanisms**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1984.

SWIFT, M.J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in Terrestrial Ecosystems**. University of California Press, Berkeley, v. 5, p. 167-219, 1979.

TEIXEIRA, M. B. **Vegetação e Uso Atual do Solo de Criciúma, SC**. Porto Alegre: CPRM, 1994. 20 p.

TIENNE, L.; NEVES, L. G.; VACARCEL, R. Produção de serrapilheira em diferentes medidas biológicas para recuperação de área de empréstimo na ilha da madeira, Itaguaí, Rio de Janeiro. **Revista Universidade Rural**, v. 22, n. 2, p. 169-175, 2002.

TILMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, v. 379, p. 718-720, 1996.

TRIGO, J. T.; PAREJA, M.; MASSUDA, K. F. O papel das substâncias químicas nas interações entre plantas e insetos herbívoros. In: DEL-CLARO, K; TOREZAN-SILINGARDI, H (Ed.). **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológica-evolutiva**. Rio de Janeiro: 2012. 333p. .

TURATTI, M. P. **Padrões de distribuição de insetos herbívoros em um fragmento de floresta ombrófila densa montana, no Sul de Santa Catarina**. 2010. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

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

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de florestas. In: CONGRESSO NACIONAL

SOBRE ESSENCIAS NATIVAS. São Paulo, SP. Conservação da biodiversidade, Anais... Instituto Florestal, 1992. p. 400-406.

VIBRANS, A. C.; GASPER, A. L.; MULLER, J. J. V. Para que inventariar florestas? Reflexões sobre a finalidades do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, p. 6-13, 2012.

VICENTE, R. **Avifauna e dispersão de sementes com uso de poleiros artificiais em áreas reabilitadas após mineração de carvão a céu aberto, Siderópolis, Sul de Santa Catarina**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2008.

VITOUSEK, P. M.; SANFORD J. R. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 137-167, 1986.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 1, 2001.