

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**PLANO AMOSTRAL PARA COLETA DE
SERAPILHEIRA NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA
NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

TESE DE DOUTORADO

Fabiano de Oliveira Fortes

Santa Maria, RS, Brasil
2007

**PLANO AMOSTRAL PARA COLETA DE SERAPILHEIRA
NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO ESTADO
DO RIO GRANDE DO SUL**

por

Fabiano de Oliveira Fortes

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutor em Engenharia Florestal

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Dal'Col Lúcio

Santa Maria, RS, Brasil
2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
Aprova a Tese de Doutorado

**PLANO AMOSTRAL PARA COLETA DE SERAPILHEIRA
NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO ESTADO
DO RIO GRANDE DO SUL**

Elaborada por
Fabiano de Oliveira Fortes

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutor em Engenharia Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA

Alessandro Dal'Col Lúcio, Dr.
(Presidente/Orientador)

Alberto Cargnelutti Filho Dr. (UFRGS)

Mauro Valdir Schumacher Dr. (UFSM)

Ivanor Muller Dr. (UFSM)

Lindolfo Storck Dr. (UFSM)

Santa Maria, 19 setembro de 2007.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,
José Amador Fortes e
Honorina de Oliveira Fortes

Aos irmãos,
Ronaldo, Rosane, Rodrigo
Evandro e Luciana

À minha noiva,
Daniela Tamiosso Motta

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento aos que com o brando do seu canto sonharam um mesmo sonho, sem conseguir compreender algo que muitas vezes não tinha explicação.

Ao professor, orientador e amigo, Dr. Alessandro Dal'Col Lúcio, que guiou por caminhos estranhos sem nunca perder a direção, meu muito obrigado, pela amizade, serenidade e presteza.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de realizar o curso.

Ao IBAMA/RS em especial ao diretor da Floresta Nacional de São Francisco de Paula -FLONA – Arthur José Soligo pela ajuda e presteza pela realização desta.

À CAPES pela bolsa de auxílio à pesquisa.

Aos amigos e colegas Edison Perrando, Magda Zanon, André Paludo e Vanessa Fiad Amaral com quem muito aprendi e contribuíram para realização desta.

Aos colegas Fernanda Oliveira, Lorenzo Teixeira Silva, Bruna Dernardin, Fábio Seibt, Ricardo Carpes e kika que ajudaram na separação desta.

Ao Luiz, bibliotecário do CCR, e a Salete que tanto me ajudaram em momentos de extremo esquecimento;

O meu muito Obrigado a todos.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

PLANO AMOSTRAL PARA COLETA DE SERAPILHEIRA NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

AUTOR: FABIANO DE OLIVEIRA FORTES
ORIENTADOR: DR. ALESSANDRO DAL'COL LÚCIO
Data e Local de Defesa: Santa Maria, 19 de setembro de 2007

O presente trabalho foi realizado na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula - FLONA – sendo esta representante de grande diversidade tipológica no estado do Rio Grande do Sul. Todo o material depositado nas florestas nas camadas acima do solo, é chamado de serapilheira ou manta, e possui um papel fundamental na manutenção da fertilidade do solo, constituindo o principal meio de retorno dos nutrientes para as plantas no ecossistema. Assim, o presente trabalho tem por objetivo estimar a serapilheira acumulada e a intensidade amostral para cada estação sazonal, na Floresta Ombrófila Mista, RS. Foram coletadas 15 amostras aleatórias de quatro diferentes tamanhos de moldura: a) Grande (G) = 1 m x 1 m (1 m²); b) Média (M) = 1 m x 0,75 m (0,75 m²); c) Pequena (P) = 0,75 m x 0,75 m (0,56 m²); d) Muito Pequena (MP) = 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²), por hectare em cada estação sazonal (primavera, verão, outono, inverno), totalizando 60 amostras em um hectare, por estação. Após a serapilheira foi levada ao Laboratório do Departamento de Fitotecnia da UFSM e separada em estratos (folhas, cascas, galhos e miscelâneas) e, posteriormente, colocada em estufa (75°C) até peso constante, e pesada com balança de precisão de 0,1 g. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em cada moldura e estação, para posterior realização da análise conjunta dos experimentos. Calculou-se a média, variância, coeficiente de variação e a contribuição em porcentagem relativa para todos os estratos. Por meio da amostragem aleatória simples, admitindo-se um erro de amostragem máximo de 10, 15, 20 e 25% da média estimada, com 5% de probabilidade de erro, calculou-se a intensidade de amostragem (n) por hectare, para população infinita. A interação (moldura e estação) na análise conjunta não foi significativa para o total e para os estratos, logo o comportamento das molduras é o mesmo nas diferentes estações e, as respostas dos tratamentos podem ser usadas para todas as estações. As variâncias verificadas nas estações não são nulas, isto é, existe heterogeneidade nas diferentes estações quanto ao acúmulo de serapilheira. O efeito das molduras para o total e para os estratos, galhos, cascas e miscelâneas não diferem entre si, apresentando diferença significativa somente nas folhas. Não existem diferenças significativas entre as molduras para o total, sendo a mais adequada a moldura Muito Pequena (0,25 m²), com homogeneidade da variância nas estações. São necessárias 27 amostras no inverno, 25 na primavera, 33 no outono, e 15 no verão para obter 15% da amostragem das médias.

Palavras-chaves: tamanho de moldura, intensidade de amostras, serapilheira

ABSTRACT

Tese de Doutorado

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

PLANO AMOSTRAL PARA COLETA DE SERAPILHEIRA NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SAMPLING PLAN FOR LITTER COLLECTION IN THE ARAUCARIA FOREST ON STATE THE RIO GRANDE DO SUL

Author: Fabiano de Oliveira Fortes

Adviser: Dr. Alessandro Dal'Col Lúcio

Date and Place of the Defense: Santa Maria, September 19th, 2007.

The present work was carried out at the National Forest of “São Francisco de Paula” - FLONA/RS – “Araucaria” Forest, which is of a great species diversity of Rio Grande do Sul. Litter is the material deposited on the soil in the forests and this is very important to the maintenance of soil fertility, because this is how the nutrients return to the plants in the ecosystem. The objective of this study was to estimate the accumulated litter and sampling intensity in each season in this Araucaria Forest. 15 random samples in four different size frame were used. a) Great (G) = 1m x 1m (1m²); b) medial (M) = 1m x 0,75m (0,75m²); c) Small (P) = 0,75m x 0,75m (0,56m²); d) Very Small (MP) = 0,5 x 0,5m (0,25m²), per hectare in each season (Autumm – Spring – Summer and Winter) totalizing 60 samples in one hectare, per season. After the litter was separated in storeys (branches, rinds, leaves, and miscellaneous) at the Laboratory of the Departamento of “Fitotecnia”, UFSM, and later placed in the greenhouse (75° C) until it get constant weight, and then, weighted on scale of precision (0,1g). The delineation used was completely random in each frame and season, for later commun joint analysis of the experiments. The simple random sampling admits a maximum estimated error of 10, 15, 20 and 25%. However, the intensity of sampling (n) per hectare was calculated with an estimated error probability of 5%. The interaction results (frame and season) in the joint analysis were not significant for the total and storeys. The behavior of the frames is the same in the different seasons and the response of the treatments can be used for all seasons. The variances verified in the seasons are not null, that is, heterogeneity can be found in different seasons regarding the litter accumulation. The total effect of the frames and storeys, branches, rinds and miscellaneous does not differ between themselves, presenting a significant difference only in leaves. There aren't significant differences between the frame and the total. As the most adjusted would be the Very Small frame (0,25 m²), with homogeneity of the variance in the season. It's necessary 27 samples in the winter, 25 in the spring, 33 in the autumn, and in the summer 15 sample units in order to get 15% of samples the averages.

Key-words: frame size, sampling intensity, litter.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Visualização da Floresta Nacional de São Francisco de Paula - FLONA, RS.....	28
FIGURA 2 – Molduras de diferentes tamanhos de área 1 m ² (G), 0,75 m ² (M), 0,56 m ² (P), 0,25 m ² (MP) antes e após a coleta de serapilheira.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Quantitativos de quatro tipos fitogeográficos; Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual e Semidecidual e Ombrófila Mista do Estado do Rio Grande do Sul.	16
TABELA 2 – Autores, ano da publicação, tamanho da parcela utilizada em m ² , número de amostras para coleta de serapilheira depositada e acumulada sobre o solo em trabalhos realizados no Brasil.....	22
TABELA 3 – Data de coleta (mês e ano), início e final das estações sazonais para coleta de serapilheira acumulada em São Francisco de Paula, RS.....	29
TABELA 4 – Quadrado médio com seus respectivos graus de liberdade (GL) da análise conjunta para galho, casca, folhas, outros e total em suas respectivas fonte de variação.....	34
TABELA 5 – Média (\bar{m} , t.ha ⁻¹), variância (s ²) e coeficiente de variação (CV) para serapilheira total referentes a estações sazonais (inverno, primavera, verão e outono) em diferentes tamanhos de molduras, muito pequena (MP), pequena (P), média (M) e grande (G) de serapilheira na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.....	36
TABELA 6 – Comportamento da variância, para diferentes estratos (galhos, cascas, folhas, miscelâneas) e total entre molduras por estações sazonais e entre estação por molduras no estudo de serapilheira acumulada, na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.....	41
TABELA 7 – Média (\bar{m} , t.ha ⁻¹), porcentagem do total (%), variância (s ²) e coeficiente de variação (CV) da serapilheira acumulada no inverno, estimado com o uso de diferentes tamanhos de molduras para galhos, cascas, folhas, miscelâneas e total no estudo de serapilheira acumulada na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.....	43

TABELA 8 – Média (\bar{m} , t.ha ⁻¹), porcentagem do total (%), variância (s ²) e coeficiente de variação (CV) da serapilheira acumulada na primavera, estimado com o uso de diferentes tamanhos de molduras para galhos, cascas, folhas, miscelâneas e total no estudo de serapilheira acumulada na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.....	46
TABELA 9 – Média (\bar{m} , t.ha ⁻¹), porcentagem do total (%), variância (s ²) e coeficiente de variação (CV) da serapilheira acumulada no verão, estimado com o uso de diferentes tamanhos de molduras para galhos, cascas, folhas, miscelâneas e total no estudo de serapilheira acumulada na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.....	48
TABELA 10 – Média (\bar{m} , t.ha ⁻¹), porcentagem do total (%), variância (s ²) e coeficiente de variação (CV) da serapilheira acumulada no outono, estimado com o uso de diferentes tamanhos de molduras para galhos, cascas, folhas, miscelâneas e total no estudo de serapilheira acumulada na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.....	50
TABELA 11 – Valores da intensidade amostral total por hectare para a quantidade de serapilheira acumulada em diferentes tamanhos de molduras coletoras nas quatro estações sazonais, em quatro semi-amplitude do intervalo de confiança (D%), na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.....	53
TABELA 12 – Valores da intensidade amostral para galhos e cascas em função de diferentes tamanhos de molduras (MP, P, M e G) nas quatro estações sazonais (inverno, primavera, verão e outono) na coleta de serapilheira acumulada, em quatro semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.....	55

TABELA 13 – Valores da intensidade amostral para folhas e miscelânea em função de diferentes tamanhos de molduras (MP, P, M e G), nas quatro estações sazonais (inverno, primavera, verão e outono), na coleta de serapilheira acumulada, em quatro semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) na coleta de serapilheira na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula-RS..... 57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	111
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 A Floresta Ombrófila Mista	13
2.2 Serapilheira	16
2.3 Tamanho de moldura e intensidade amostral	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Descrição do local do estudo	26
3.2 Amostragem e avaliação	29
3.3 Análise da variância	32
3.4 Intensidade amostral	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Análise da variância conjunta	33
4.2 Intensidade amostral	50
5 CONCLUSÕES	58
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
APÊNDICE	66
ANEXOS	67

1 INTRODUÇÃO

O material depositado sobre o solo das florestas, chamado de serapilheira, tem um papel fundamental na manutenção de sua fertilidade, onde por meio da ciclagem dos nutrientes a decomposição da serapilheira é o principal meio de retorno de nutrientes para as plantas que estão nesses ecossistemas.

A ciclagem de nutrientes em florestas nativas foi estudada no intuito de se obter informações acerca da dinâmica dos nutrientes e estabelecer práticas que possibilitem seu manejo florestal. Quando se avalia o acúmulo e ou deposição de serapilheira se quer identificar a interação entre a produção e o fluxo de nutrientes no ecossistema da floresta, sendo estes a principal fonte para a sua sustentabilidade. Assim, quanto maior a velocidade de decomposição da serapilheira, mais rápido ocorrerá a mineralização e conseqüentemente, o mais breve possível os nutrientes retornarão para as plantas fazendo com que ocorra o equilíbrio na floresta.

As florestas têm o seu crescimento regulado por alguns fatores como a competição entre espécies por luz, água, nutrientes e, assim, o aumento no incremento dos indivíduos é inversamente proporcional àquela, fazendo com que o máximo de desenvolvimento e crescimento que um dado ecossistema atinja seja chamado de clímax. Partindo disto, ocorre um aumento excessivo da competição entre as árvores e a estabilização entre a entrada e saída de nutrientes da floresta, começando o equilíbrio entre o que os microrganismos conseguem mineralizar e a floresta reutilizar para seu desenvolvimento.

O ambiente e o meio que nos circundam dão uma dimensão da complexidade dos ecossistemas, seja ele natural ou plantado, obrigando ao aprimoramento de técnicas para o melhor manejo e métodos a serem utilizados nas ciências florestais. Trabalhos a campo são onerosos e dispendiosos em conseqüência do ciclo mais longo das culturas florestais, quando comparados a outras pesquisas nas áreas biológicas. Desta forma, os métodos de amostragem e a intensidade amostral tornaram-se, com o passar do tempo, uma das principais ferramentas para estimação adequada dos parâmetros populacionais.

A inferência representante da quantidade de serapilheira acumulada, a velocidade de decomposição e a variabilidade de seus ecossistemas, são empregadas em programas e trabalhos como o de combate e controle de incêndios e quantificação de nutrientes. Desta maneira, por meio da decomposição nos ecossistemas, para que se tenha sustentabilidade na floresta, é necessário saber o que é depositado de serapilheira e quanto é mineralizado para seu

retorno na floresta. A estimativa da serapilheira depositada e ou acumulada também é influenciada pelo tamanho e forma das molduras utilizadas nas coletas, fazendo com que o acréscimo ou decréscimo no tamanho da moldura influencie diretamente no número de repetições necessárias para se ter confiabilidade da média estimada.

A deposição de serapilheira em ecossistemas florestais é variável no decorrer do ano e encontra-se sob determinação, fundamentalmente, das estações climáticas. Assim, a realização de trabalhos que visem a complementar e melhor elucidar a confiabilidade dos parâmetros amostrais estudados para análise de nutrientes, vem ao encontro dos conceitos de sustentabilidade para que se torne viável um sistema de manejo de florestas nativas no sul do País com características próprias.

Pesquisas quantificando o material acumulado e depositado são baseadas em mão-de-obra e experiências dos pesquisadores, na qual o número de coletores necessários por hectare é estipulado de acordo com o pesquisador e não por região fitogeográfica ou ecossistemas. Contudo, a bibliografia mostra pesquisas com diferentes metodologias aplicadas em um mesmo ecossistema para a estimação da quantidade de serapilheira numa área.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo determinar o plano amostral e o tamanho da moldura para coleta de serapilheira acumulada em Floresta Ombrófila Mista e suas variações nas estações sazonais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Floresta Ombrófila Mista

A concepção de Floresta Ombrófila Mista procede da ocorrência da mistura de floras de diferentes origens, definindo padrões fito-fisionômicos típicos em zona climática caracteristicamente pluvial. O termo Floresta Ombrófila Mista caracteriza o planalto Sul - Brasileiro também conhecido por Floresta com Araucária ou pinheiro-brasileiro (Rambo, 1956; Reitz & Klein, 1966; Lindman & Ferri, 1974; Marchiori & Sobral, 1997; Carvalho, 2003).

Enquanto a Floresta Ombrófila Mista refere-se às florestas do planalto sul-brasileiro, a Floresta Densa refere-se à Floresta Atlântica (Marchiori & Sobral, 1997). Os autores ainda comentam que a Floresta Estacional Decidual é composta por árvores que perdem suas folhas na estação desfavorável ao crescimento, e que as árvores perenifólias são plantas providas de folhas permanentes, não-caducas, isto é, não caem. Já a palavra decídua se refere às árvores que perdem suas folhas em certas épocas do ano, sendo esta o mesmo que caducifólia. São exemplos de plantas perenifólias pertencentes à Floresta Ombrófila Mista na família das Lauraceae as espécies *Cryptocarya aschersoniana* Mez, planta heliófila amplamente dispersa na mata pluvial atlântica e sub-bosques de pinhais. Nas regiões de altitude (mata pinhais) sua dispersão é descontínua, podendo faltar completamente em muitos pontos. *Nectandra grandiflora* Nees et Mart. ex Ness e *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez; sendo semidecídua em algumas regiões, e heliófita. Na família Aquifoliaceae, a espécie *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. situada em altitudes de 400 a 800 m tendo folhas perenemente, oposto de caducifólio, sendo essas plantas também esciófita (adaptadas o crescimento à sombra). Também são plantas perenes, porém inferiores na família Myrtaceae a espécie *Myrcia bombycina* (o. Berg.) Nied., e, na família Podocarpaceae, o pinheiro bravo (*Podocarpus lambertii* Klotz), sendo esta pioneira característica das matas de altitude.

Já como semidecídua (planta que perde total ou parcialmente as folhas durante o ano, porém nunca fica totalmente desfolhada), da família Lauraceae, temos as canelas (*Ocotea pulchella* Mart. e *Ocotea puberula* (Reich.) Ness), sendo ambas heliófila. Como esciófita (preferência por solos úmidos) a canela amarela (*Nectandra lanceolata* Nees et Mart. ex Ness), é um exemplo, e ocorre predominantemente nos sub-bosques de pinhais. Da família das Sapindaceae, a espécie camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides* Radlk), e camboatá-vermelho (*Cupania vernalis* Camb.) São frequentes nas submatas de pinhais. Como

representante dos estratos inferiores, temos a *Myrceugenia euosma* (O. Berg.) D. Legrand, e *Psidium cattleianum* Sabine, já da família Leguminosae, a espécie *Mimosa scabrela* Benth, sendo pioneira e heliófila.

O clímax de um ecossistema florestal é a fase de estabilidade de uma associação ou comunidade biológica, que representa o ponto culminante do processo de sucessão (Marchiori, 2007). Na Floresta Ombrófila Mista, a espécie arbórea emergente é a *Araucaria angustifolia* no estrato superior (Quadros & Pillar, 2002), juntamente com as espécies de Lauraceae, a canela-fedida (*Ocotea pulchella* Mart.) a canela-guaicá (*Ocotea puberula* (A. Rich.) Ness), a canela-pururuca (*Cryptocarya aschersoniana* Mez), a canela-amarela (*Nectandra lanceolata* Nees et Mart. ex Ness), a canela-fedida (*Nectandra grandiflora* Nees et Mart. ex Ness), a canela-preta (*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez.) Aquifoliaceae a erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.), Sapindaceae o camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides* Radlk) e o camboatá-vermelho (*Cupania vernalis* Cambess), as quais representam de 60 a 70% do estrato superior da floresta. O estrato inferior é composto sobretudo por Myrtaceae (*Myrcia bombycina* (O. Berg.) Nied., *Myrceugenia euosma* (O. Berg.) D. Legrand, *Psidium cattleianum* Sabine), Podocarpaceae o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.) e Leguminosae (*Mimosa scabrela* Benth).

Podem ser identificados, na região, em locais abaixo dos 800 m de altitude, três grupos de comunidades com araucária, sendo o primeiro de acordo com Leite & Klein (1990) na faixa próxima a região da Floresta Estacional Semidecidual, onde o pinheiro formava o estrato emergente de uma floresta com folhosas constituídas com cerca de 70 a 80% de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (peroba-rosa), *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan (angico-vermelho) e *Euterpe edulis* Mart. (palmiteiro); o segundo nas áreas de contato com a Floresta Estacional Decidual onde a araucária está consorciada com *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) e *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macb. (grápia), ambas com cerca de 70 a 80% do estrato imediatamente inferior ao do pinheiro; o terceiro grupo de comunidades abrange os terrenos circunvizinhos à região da Floresta Ombrófila Densa. Nela, a araucária ocorre em comum com a *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (canela-sassafrás), *Ocotea catharinensis* Mez (canela preta), *Copaifera trapezifolia* Hayne (pau-óleo) e *Aspidosperma olivaceum* Müll. Arg. (peroba-vermelha), folhosas que compunham entre 60 a 70% do estrato superior da floresta.

A área mais típica e representativa da Floresta Ombrófila Mista (Leite & Klein, 1990), é aquela das altitudes superiores aos 800 m, especialmente dos terrenos altomontanos, sendo que estes podem dividir-se em dois grupos de araucária e lauráceas. O primeiro, no qual os

pinheiros se distribuem de forma esparsa por sobre bosque contínuo, no qual 70 a 90% das árvores pertencem às espécies: imbuia (*Ocotea porosa*), espécie mais representativa, canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), canela-preta (*Nectandra megapotamica*), canela-pururuca (*Cryptocarya aschersoniana*) acompanhadas da sapopema (*Sloanea monosperma*), por vezes bastante freqüente, da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*); outro grupo encontra-se onde a araucária formava um estrato de 60 a 80% de folhosas, sobretudo das espécies: canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), canela-guaica (*Ocotea puberula*), canela-fedida (*Nectandra grandiflora*), caboatá-vermelho (*Cupania vernalis*), camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), acompanhada de casca-d'anta (*Drimys brasiliensis*), pimenteira (*Capsicodendron dinisii*), guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*) e diversas mirtáceas e aquifoliáceas.

O inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul teve como famílias mais representativas Myrtaceae e Lauraceae em todas as formações fitogeográficas, sendo sempre nessa ordem de ocorrência (SEMA-RS/UFSM, 2001). Estudando os parâmetros dendrométricos do estado da Floresta Ombrófila Mista e seu tipo fitogeográfico em São Francisco de Paula (FLONA), encontraram-se 885 indivíduos por hectare enquanto que, no Estado, 831, sendo que em todos os parâmetros dendrométricos estudados por Gomes (2005), como diâmetro médio, altura total e comercial média, área basal e volume comercial médio, a Floresta Ombrófila Mista da FLONA teve resultados superiores à mesma tipologia florestal no Estado.

Das formações florestais do Rio Grande do Sul, a Floresta Ombrófila Mista é a que possui a maior diversidade quanto às espécies e é a segunda em cobertura florestal do Estado (Tabela 1). Segundo o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (SEMA-RS/UFSM, 2001), por ser uma floresta de transição, tem características próprias, assim como formações da Floresta Decidual e Semidecidual. Assim, por causa da importância da Floresta Ombrófila Mista na formação fitogeográfica do Estado e da grande variabilidade existente neste ecossistema, a Floresta Nacional de São Francisco de Paula torna-se uma área representativa dessa formação para o estudo de tamanho e intensidade amostral de coletores de serapilheira.

Na região de São Francisco de Paula os solos são considerados cambissolos, isto é, solos em processo de transformação, razão pela qual têm características insuficientes para serem enquadrados em outras classes de solos mais desenvolvidos, apresentando, como uma de suas características principais, a presença de fragmentos de rocha no seu perfil

(EMBRAPA, 1999). De acordo com a nova classificação, o solo do tipo Cambissolo húmico alumínico típico – Cha 1 (Streck et al. 2002) tem como característica principal o horizonte A húmico, de elevada acumulação de matéria orgânica, cores escuras, alta acidez e baixa saturação por bases, e o horizonte B incipiente, porém, menos rico em matéria orgânica do que o Cambissolo hístico, embora seja elevado no horizonte superficial, sendo que ambos os solos são extremamente ácidos. Os cambissolos húmicos ocorrem em ambiente de alta pluviosidade e baixa temperatura o que favorece a acumulação de matéria orgânica. Os chernossolos são solos escuros com alta fertilidade química e variam de rasos a profundos. Por terem uma quantidade considerável de matéria orgânica, possuem uma cor mais escura no horizonte A. Já os Neossolos são solos novos, sendo pouco desenvolvidos variando de rasos a profundos e sua principal característica é o afloramento de rochas.

Tabela 1 – Quantitativos de quatro tipos fitogeográficos; Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual e Semidecidual e Ombrófila Mista do Estado do Rio Grande do Sul.

	Floresta Ombrófila Densa	Floresta Estacional Decidual	Floresta Estacional Semidecidual	Floresta Ombrófila Mista
Área (km ²)	683,75	11.762,45	2.102,75	9.195,65
Número de famílias	55	60	37	58
Número de espécies	181	214	103	246
Área do estado (%)	0,24	4,16	0,74	3,25
Cobertura florestal (%)	1,39	23,84	4,26	18,64

Fonte: (SEMA-RS/UFSM, 2001)

2.2 Serapilheira

Considera-se serapilheira acumulada todo o material depositado na superfície do solo de uma floresta em uma determinada época. Já a serapilheira produzida (erroneamente designada) também chamada de serapilheira depositada refere-se ao material que cai dentro de coletores de tamanhos pré-fixados por unidade de tempo ou por um dado número de dias.

Assim tanto a serapilheira acumulada quanto a serapilheira depositada são divididas em estratos como folhas, ramos, cascas, raízes, galhos, frutos e miscelâneas (Poggiani & Schumacher, 2000).

A serapilheira acumulada e depositada varia em virtude da tipologia vegetal e da condição climática. Assim, em diferentes ecossistemas florestais podem ser depositadas diferentes quantidades de serapilheira e esta, por sua vez, pode apresentar diferentes proporções de frações pelo fato da floresta nativa ser mais heterogênea, mudando de acordo com a tipologia e composição de espécies.

Cada espécie tem uma capacidade de produção de resíduos da parte aérea, porém, a deposição modifica-se de acordo com a fase de desenvolvimento da planta ou do ecossistema, até que se atinja um equilíbrio (Andrade, 1997).

O conhecimento de serapilheira depositada, a velocidade com que se decompõe e o retorno de nutrientes que estes promovem ao solo são informações importantes para o balanço de nutrientes, dentro do ecossistema florestal e podem auxiliar, de acordo com Gallon (2004), na determinação do grau de fragilidade desses ecossistemas.

Dentre os fatores que afetam a quantidade de resíduos produzidos, Correia & Andrade (1999) comentam que os mais relevantes são os elementos climáticos (precipitação e temperatura). Porém, Santos & Válio (2002), estudando o acúmulo de serapilheira numa floresta tropical, durante o período de novembro de 1996 a setembro de 1998 e suas possíveis relações entre fatores climáticos (precipitação pluviométrica, fotoperíodo e temperatura), constataram uma correlação fraca entre o acúmulo de serapilheira e os fatores climáticos. Entretanto, regiões com alto índice pluviométrico, em geral, produzem maior quantidade de serapilheira em comparação com as regiões de baixo índice pluviométrico (Gonzalez & Gallardo, 1986). Em fragmentos de Mata Atlântica Montana, na região norte fluminense (RJ), a produção de serapilheira na estação chuvosa foi três vezes maior em relação à estação seca (Cunha et al. 2000).

O acúmulo de serapilheira na superfície do solo é medido pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e também por sua taxa de decomposição, sendo que, o maior acúmulo de serapilheira é em razão da menor taxa de decomposição e da maior entrada de material no sistema solo.

Estudando a serapilheira depositada em área reflorestada em Limeira, SP, com espécies arbóreas sobre um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura média, Moreira & Silva (2004) descrevem que a média de serapilheira na estação seca foi de 697 kg ha⁻¹ e na estação úmida, 407 kg ha⁻¹. Os autores concluíram que houve uma forte variação sazonal, tendo

ocorrido maior deposição nos meses mais secos, e que a produção de serapilheira foi um forte indicativo do grau de crescimento e equilíbrio ecológico da nova floresta.

Na Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, RS, foram encontradas as menores deposições de serapilheira no outono e as maiores na primavera chegando a $7,76 \text{ t.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ (Cunha et al., 1993), com 66% do estrato folhas. Cunha (1997), estudando a mesma tipologia na região central do Rio Grande do Sul, encontrou $9,5 \text{ t.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ para floresta secundária com mais de 30 anos, e König et al. (2002) encontraram 67,8% de folhas, 12,9% miscelâneas e 19,3% de galhos, porém, os autores comentam que foram considerados galhos menores do que um centímetro de diâmetro.

Na Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS, Backes et al. (2000) encontraram $7,2 \text{ t.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ até $7,9 \text{ t.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ de deposição de serapilheira, e acúmulo de $16,7 \text{ t.ha}^{-1}$ com uma variação de $9,4 \text{ t.ha}^{-1}$ a $3,8 \text{ t.ha}^{-1}$. Passados cinco anos na mesma tipologia, Backes et al. (2005) encontraram $10,3 \text{ t.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ de deposição e $14,2 \text{ t.ha}^{-1}$ de serapilheira acumulada, onde Fernandes & Backes (1998) afirmam que os processos de decomposição são influenciados pelas variações sazonais, sobretudo da temperatura, e que a queda de serapilheira é praticamente contínua durante todo o ano e, em consequência, aumenta a quantidade de resíduos vegetais acumulados sobre o solo da floresta.

O tempo necessário para um solo florestal atingir o equilíbrio em relação ao acúmulo de serapilheira, de acordo com Schlittler et al. (1993), é aproximadamente dez anos nas florestas tropicais de rápido crescimento. As diferentes frações formadoras da serapilheira (folhas, ramos, cascas, frutos, sementes, flores e troncos) apresentam estrutura e composição química bem distinta e se decompõem em velocidades diferentes. Poggiani (1992) ainda comenta que, além das propriedades físicas e químicas do solo, as condições climáticas, o tipo de vegetação e a localização do ecossistema também influenciam na velocidade de decomposição.

Em consequência das metodologias adotadas nos trabalhos científicos, o comportamento de miscelâneas e seus componentes não têm sido verificados com a precisão desejada (Carpanezzi, 1980). A deposição de serapilheira em ecossistemas florestais é variável no decorrer do ano e encontra-se sob determinação, fundamentalmente, das estações climáticas. Desse modo, torna-se imprescindível a realização de trabalhos que visem a complementar e a melhor elucidarem a confiabilidade das estimativas amostrais estudados para análise de nutrientes.

2.3 Tamanho da moldura e intensidade amostral

Em experimentos florestais, as parcelas são maiores do que ensaios com culturas agrícolas, tendo como consequência um maior tamanho da parcela, que é de interesse restrito na experimentação com plantas pequenas, porém, tornou-se de grande importância quando se trabalha com árvores (Pimentel Gomes, 1991) em razão da maior variabilidade existente neste meio.

Em levantamentos, existe a necessidade de avaliar o tamanho da amostra, se esta é suficientemente grande para uma dada precisão requerida pelo pesquisador, e se, na estimativa indicada pelo número necessário de amostra, estará o universo populacional (Pillar, 2006). Também, é necessário decidir quanto ao método de seleção e, em alguns casos, o tamanho e a forma das unidades amostrais que irão compor a amostra, especialmente em ecologia, em que o meio amostrado nem sempre se enquadra nas condições ideais tratadas pela estatística.

A experimentação e a teoria demonstram que em quase a totalidade dos casos, o CV decresce com o aumento do tamanho da parcela (Pimentel Gomes, 1984), isso levou muitos experimentadores a preferirem parcelas grandes para trabalhar com um menor CV, sem perceber que parcelas excessivamente grandes acarretam necessariamente menor número de repetições, e assim, reduzem a precisão do experimento. Porém, com a diminuição do tamanho das parcelas e aumento do número de repetições, ocorre o aumento do custo de coleta em consequência, sobretudo do deslocamento. Contudo, Storck (1979) comenta que para elevados graus de precisão, são desconsiderados os fatores econômicos e práticos, sendo a melhor opção aos processos estatísticos que minimizem o erro experimental.

O tamanho da moldura tem grande influência sobre o coeficiente de variação, pois quanto maior o CV, mais acentuada será a alteração no tamanho da parcela por causa da variabilidade existente no local. Porém, Alves & Seraphin (2004) comentam que essa relação não é tão simples como se apresenta, pois deve ser considerado que fatores como a heterogeneidade do solo e número de repetições influencia e que existem situações em que quanto maior o CV maior o tamanho da parcela.

De acordo com a área estudada, o aumento da sua variância acarretará um maior número de parcelas necessárias para se ter idéia da variabilidade existente no meio. Para diminuir a variância existente, o aumento do número de repetições é a melhor opção, desde que o experimento seja bem desenvolvido. Assim o número de repetições é um fator que afeta diretamente o tamanho e forma das parcelas, e para garantir uma satisfatória precisão da

estimativa do erro, de acordo com Miranda (1978), esse número de repetições deve ser suficientemente grande para incluir toda a variabilidade existente.

Em suma, a principal razão da intensidade de amostragem é que esta seja representativa da população, significando que, eliminando certas discrepâncias inerentes à aleatoriedade sempre presente, a amostra deve possuir as mesmas características básicas da população, no que diz respeito às variáveis que serão analisadas, explica Costa Neto (1995). O autor ainda comenta que a representatividade da amostra não é difícil de entender, e que a dificuldade está em saber se temos uma amostra representativa ou não.

Definida a população, é preciso estabelecer a técnica de amostragem, isto é, o procedimento que será adotado para escolher os elementos da amostra. Assim Vieira (1980) e Costa Neto (1995) comentam que, conforme a técnica utilizada, se tem um tipo de amostra: *Amostra Casual Simples* composta por elementos retirados ao acaso da população e tem igual probabilidade de ocorrência. *Amostra sistemática* nas quais as amostras são coletadas de acordo com um sistema. *Amostra estratificada* é proveniente de estratos de toda a população.

A intensidade de amostragem pode ser determinada por meio de dois procedimentos, de acordo com Neto & Brena (1997): em consequência da variabilidade da população, do erro de amostragem admitido e da probabilidade de confiança fixado, ou em função do tempo e recursos disponíveis para execução do levantamento. Esses mesmos autores ainda comentam que, para um erro de amostragem fixado, a intensidade de amostragem cresce com a variabilidade da população e com a probabilidade de confiança; por outro lado, para uma dada variabilidade e probabilidade de confiança, a intensidade de amostragem cresce com a redução do erro de amostragem admitido, ou seja, com o aumento da precisão.

O erro de amostragem é dado pela diferença entre a média estimada na amostra e a média paramétrica da população, ocorrendo dois tipos de erros, os amostrais e os não-amostrais. Assim Neto & Brena (1997) diferenciam a precisão como o erro-padrão da estimativa sem considerar a magnitude dos erros não-amostrais, já a acuracidade leva em consideração o mesmo erro, mais os erros não-amostrais. O erro de amostragem diminui gradativamente à medida que o tamanho da amostra aumenta, porém isto ocorre, até certo tamanho, partindo dos quais as unidades amostrais adicionadas não afetam o erro, e se este ocorrer é desprezível. Quanto maior o tamanho da amostra, maiores serão o tempo e os gastos, sobretudo na área florestal, em que os tamanhos de parcelas são grandes e distantes uma das outras. Na prática, Cochran (1965) comenta que raramente é selecionada uma

amostragem pelas probabilidades, por ser intoleravelmente trabalhoso em uma grande população, na qual um processo de amostragem pode produzir bilhões de amostras possíveis.

Assim, para coleta de serapilheira, o número de amostras, a precisão experimental e o tamanho de parcelas são pré-fixadas independentemente da tipologia florestal ou da estação sazonal, em que cabe ao pesquisador instalar o número de coletores do tamanho que achar melhor, para cobrir a variabilidade existente. Quando se pré-fixa o número de amostras, está se variando a precisão dentro das estações, assim pode-se estar sub ou superestimando a quantificação de matéria seca em uma determinada floresta em determinadas ocasiões do ano.

Na área da engenharia florestal, em estudos de coleta de serapilheira, vários são os trabalhos realizados, com diferentes objetivos a serem atingidos. De forma geral, não há uma padronização na definição do tamanho da moldura utilizada na coleta da serapilheira, nem na intensidade amostral, conforme descrito na tabela 2. Essa variação pode induzir um pesquisador a definir de forma empírica, sem maiores confirmações estatísticas, o melhor tamanho da moldura e a intensidade amostral, podendo assim sub ou superestimar os valores das variáveis observadas no experimento, inflacionando, por consequência, a variância residual.

Tabela 2 – Autores, ano da publicação, tamanho da parcela utilizada em m², número de amostras para coleta de serapilheira depositada e acumulada sobre o solo em trabalhos realizados no Brasil.

Autor/ano	Tamanho (m ²)	Nº de Amostras	Observações
Cunha et al. (1993)	0,25 m ² depositada	25	A produção anual de serapilheira foi de 7,76 t.ha ⁻¹ , já a quantidade média de serapilheira acumulada sobre o solo totalizou 6,7 t.ha ⁻¹ , na Floresta Estacional Decidual de Santa Maria, RS, sendo 66% folhas, 21,7% galhos, 9,9% miscelânea e o restante frutos e sementes.
	0,25 m ² acumulada	10	
Gerhardt (1999)	0,0625 m ² acumulada	5	Influências dos fatores físicos e dos nutrientes da serapilheira sobre o crescimento em altura da <i>Araucaria angustifolia</i> .
Martins & Rodrigues (1999)	0,25 m ² depositada	30	Na Floresta Estacional Semidecidual, os maiores valores encontrados no final do inverno e começo da primavera foram 5,96 t.ha ⁻¹ ano ⁻¹ . (75,87% folhas e 19,27% ramos).
Domingos et al. (2000)	0,25 m ² acumulada	25	Floresta Atlântica, em áreas atingidas por forte efeito negativo de 1984-1986 na região de Cubatão, SP.
Souza & Davide (2001)	1 m ² depositada	4	A vegetação original da área de estudo é representada pela Floresta Subtropical subcaducifólia. O acúmulo de serapilheira foi de 5,54 t.ha ⁻¹ .
	0,25 m ² acumulada	4	

Tabela 2 – Autores, ano da publicação, tamanho da parcela utilizada em m², número de amostras para coleta de serapilheira depositada e acumulada sobre o solo em trabalhos realizados no Brasil. (*Continuação*).

Autor/ano	Tamanho (m ²)	Nº de Amostras	Observações
Borém & Ramos (2002)	0,25 m ² depositada	25	Área de Mata Atlântica no Rio de Janeiro, sendo que no período seco se encontraram 7,5 t.ha ⁻¹ e no período chuvoso 6,6 t.ha ⁻¹ em áreas pouco alteradas, em áreas muito alteradas 11,2 t.ha ⁻¹ e 5,8 t.ha ⁻¹ respectivamente, demonstrando caráter sazonal.
	0,25 m ² acumulada	10	
König et al. (2002)	0,20 m ² depositada	30	Maiores deposições de serapilheira entre julho e setembro no período de inverno, e as menores na primavera e verão. Santa Maria, RS. Floresta Estacional Decidual.
Santos & Válio (2002)	1 m ² acumulada depositada	20	A remoção da serapilheira ocasionou o aumento da regeneração em Campinas, SP.
Pinto & Marques (2003)	0,31 m ² depositada	10	Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas, na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, PR. A maior deposição ocorreu na primavera e verão, valor médio de produção: Fase intermediária 7617 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ ; Fase avançada 6420 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ ; Fase inicial, 5390 kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ .
Arato et al. (2003)	0,25 m ² depositada	20	Sistema em agroflorestal implantado na recuperação de área degradada. Os maiores valores de produção no final da estação seca, em setembro (10,16 t ha ⁻¹) em Viçosa, MG. (67,46% folhas, 19,87% material reprodutivo, 12,67% ramos menor de 2cm).
	0,25 m ² acumulada	10	

Tabela 2 – Autores, ano da publicação, tamanho da parcela utilizada em m², número de amostras para coleta de serapilheira depositada e acumulada sobre o solo em trabalhos realizados no Brasil. (*Continuação*).

Autor/ano	Tamanho (m ²)	Nº de Amostras	Observações
Figueiredo Filho et al. (2003)	1 m ² depositada	27	Floresta Ombrófila Mista, sendo 57% de folha, 27% de galhos e 16% miscelânea. Primavera 2,43 t ha ⁻¹ ; inverno 2,16 t ha ⁻¹ ; Verão 1,79 t ha ⁻¹ ; outono 1,33 t ha ⁻¹ .
Gallon (2004)	1 m ² depositada	20	Na floresta de transição, Tropical Úmida, no Mato Grosso no período úmido.
	0,25 m ² acumulada	20	
Monteiro & Rodrigues (2004)	0,25 m ² acumulada	4	Floresta Ombrófila Densa do Parque Nacional do Desengano na região norte fluminense, à 1100m de altitude na floresta montana, RJ.
Moreira & Silva (2004)	0,25 m ² depositada	21	Área reflorestada com espécies nativas da região em Limeira, SP. Na estação seca 697 kg ha ⁻¹ e estação úmida 407 kg ha ⁻¹ , com forte variação sazonal.
Vital et al. (2004)	1 m ² depositada	4	A maior deposição de serapilheira e nutrientes ocorreu no fim da estação seca 10,64 t.ha ⁻¹ , na Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária/SP. A média anual de serapilheira acumulada foi de 6,2 t. ha ⁻¹ .
	0,25 m ² acumulada	6	

Tabela 2 – Autores, ano da publicação, tamanho da parcela utilizada em m², número de amostras para coleta de serapilheira depositada e acumulada sobre o solo em trabalhos realizados no Brasil. (*Continuação*)

Autor/ano	Tamanho (m ²)	Nº de Amostras	Observações
Schumacher et al. (2004)	1 m ² depositada	20	Povoamento de <i>Araucaria angustifolia</i> em Pinhal Grande/RS. A deposição anual foi de 6,9 Mg ha ⁻¹ , sendo ela formada por 26,3% de galhos 73,7% por acículas.
Backes et al. (2005)	0,80 m ² depositada	15	Produção (10,3 t. ha ⁻¹ ano ⁻¹) e acúmulo (14,2 t. ha ⁻¹) de serapilheira na Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS.
	1 m ² acumulada	72	
Alves et al. (2006)	1 m ² depositada	20	Quantidade de serapilheira depositada na caatinga (899,2 kg ha ⁻¹).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição do local do estudo

O estudo foi realizado na Floresta Nacional (FLONA) de São Francisco de Paula, que está sob a responsabilidade do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente), localizada no Rincão dos Kroeff, na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, a 27 km da sede do município, entre as coordenadas 29° 23' e 29° 27' de latitude Sul e 50° 23' e 50° 25' de longitude Oeste, na Serra Gaúcha, na microrregião dos campos de cima da serra, sendo esta uma zona de transição, entre a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista.

A área total é de 1.606 hectares, com altitudes de aproximadamente de 900 metros, apresentando uma variação de 300 metros. Esta área é abrangida pela Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, sendo considerada de altíssima importância para a conservação (IBAMA, 2000). Existem 347 ha de floresta Araucária, 222 ha de floresta de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, 34 ha de *Eucalyptus* spp e mais de 900 ha de florestas nativas, sendo o restante de banhados e campo nativos.

A vegetação do local do estudo pertence a uma zona de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista, possuindo assim, espécies endêmicas.

O predomínio é de *Araucaria angustifolia* povoando baixadas, encostas, até platôs, sendo que a mata Atlântica, faz parte dessa transição, povoando vales e cânions da área, contribuindo com as espécies que consigam se dispersar para a mata de araucária.

O clima da área de estudo, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo “Cfb”, mesotérmico médio (Moreno, 1961), sendo que esse clima domina as cotas altimétricas entre 1.000 e 1.100 m no norte do Rio Grande do Sul.

Nessa região, durante pelo menos um mês, a temperatura média permanece inferior a 10°C, possuindo inverno acentuado cujo frio é uma constante de dia e de noite e, no verão, o calor é praticamente ausente, pelo efeito da altitude (Nimer, 1990). Na área de estudo, a amplitude térmica é menos importante do que as verificadas nas superfícies baixas da Região Sul, o que determina uma temperatura média anual, em 2005, de 15°C em São Francisco de Paula. No inverno, as temperaturas são caracterizadas por constantes e acentuadas ao frio com ventos dominantes nordeste e norte.

A unidade de relevo que ocorre na região é do tipo Planalto das Araucárias, estando o local situado na parte intermediária da serra do Nordeste, com declividades médias que não ultrapassam 30% e média de 780 m (Herrmann & Rosa, 1990).

O relevo é ondulado com atitudes de 930 m na parte norte, já na parte sul é acidentado, formando cânions com mais de 100 m de profundidade, característico da área onde foi realizado o estudo (IBAMA, 2000).

Os solos estão classificados de acordo com a taxonomia do IBAMA (2000) em Cambisol Húmico Álico (Cambissolo álico se deve aos elevados teores de alumínio trocável, com o horizonte A húmico ou proeminente e argiloso ou muito argiloso, com agravação de ocorrer em regiões de clima frio e úmido, sendo ideal para fruticultura de clima temperado, pastagens e reflorestamento), de textura argilosa, substrato basáltico, de teor ácido com teores de Alumínio trocável e o Chernossolo Argilúvico Férrico e Neossolo Litólico Eutrófico (Streck et.al., 2002).

Os solos minerais da região são descritos como não-hidromórficos, com drenagem variando de acentuada até imperfeita, com o horizonte A seguido de B incipiente, de textura franco arenosa ou mais fina (Oliveira, 1992).

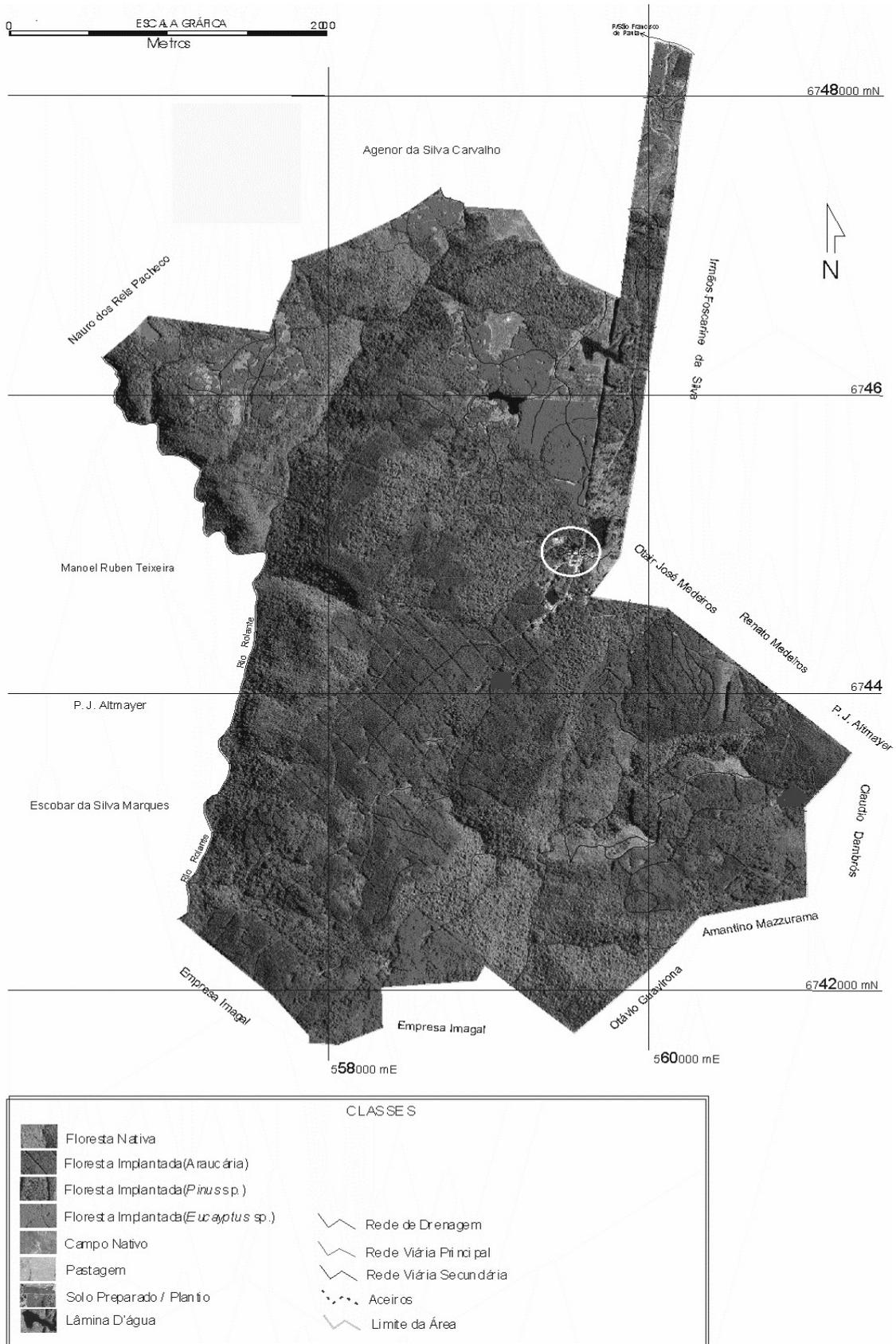


Figura 1- Visualização da Floresta Nacional de São Francisco de Paula FLONA, RS

3.2 Amostragem e avaliação

O levantamento dos dados foi realizado em quatro áreas de um hectare com características semelhantes e não muito distantes entre si. Nestas quatro áreas não ocorreu manejo ou intervenção silvicultural nos últimos 30 anos. A altitude das quatro áreas amostradas está em torno dos 1000 m do nível do mar, já o solo é o Cambisol Húmico Álico bastante característico dessa região, com baixo grau de antropismo nessas áreas e baixa exposição ao sol devido ao adensamento da mata.

Os locais com áreas de um hectare foram avaliados em estações sazonais diferentes (primavera, verão, outono e inverno), de acordo com as datas descritas na tabela 3. Em cada local (estação sazonal diferente) foram marcados, por amostragem aleatória simples, 15 pontos de coletas do material depositado (serapilheira) para cada um dos quatro tamanhos de molduras definidas a seguir:

- a) Grande (G) = 1 m x 1 m (1 m²);
- b) Média (M) = 1 m x 0,75 m (0,75 m²);
- c) Pequena (P) = 0,75 m x 0,75 m (0,56 m²);
- d) Muito Pequena (MP) = 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²); (Figura 1)

Tabela 3 – Data de coleta (mês e ano), início e final das estações sazonais para coleta de serapilheira acumulada em São Francisco de Paula, RS.

Estação	Início (dia/mês)	Final (dia/mês)	Data de Coleta
Inverno (1º coleta – 1 ha)	21/06	22/09	10/08/05
Primavera (2º coleta – 1 ha)	23/09	21/12	04/11/05
Verão (3º coleta – 1 ha)	22/12	19/03	10/02/06
Outono (4º coleta – 1 ha)	20/03	20/06	05/05/06

Considerou-se serapilheira toda matéria orgânica morta acima do solo. Nos casos onde a serapilheira ficou parte dentro e parte fora da moldura, foi coletada apenas a parte que estava no interior das mesmas. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e etiquetado e, posteriormente, levados ao Laboratório do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, onde a serapilheira foi separada por estratos (folhas,

cascas, galhos e miscelâneas) e colocados em sacos de papel. Para secagem, estes foram colocados em estufa (75°C) até peso constante, e pesagem com balança de precisão de 0,1 g. Os valores obtidos de cada estrato foram somados para obter o total de cada repetição da moldura. Os valores de cada estrato foram transformados para toneladas por hectare para permitir a comparação entre os diferentes tamanhos de molduras.

Antes

Depois

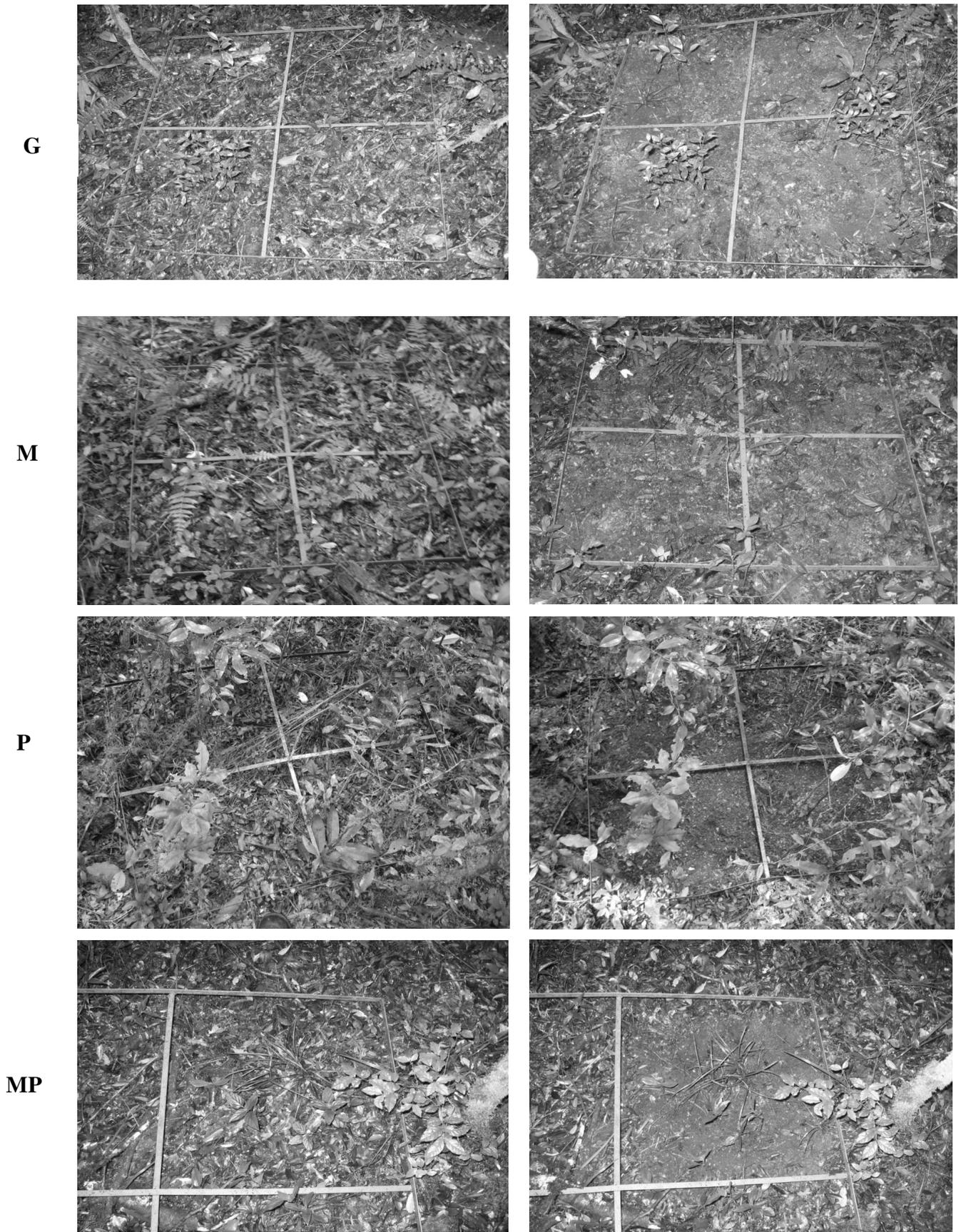


Figura 2 – Molduras de tamanhos com área 1 m^2 (G), $0,75 \text{ m}^2$ (M), $0,56 \text{ m}^2$ (P), $0,25 \text{ m}^2$ (MP) respectivamente, antes e após a coleta de serapilheira.

3.3 Análises da variância

Os dados obtidos para cada estrato (folhas, cascas, galhos e miscelâneas) e a soma dos estratos (total) foram submetidos a uma análise da variância conjunta com 15 repetições e as seguintes fontes de variação: quatro tamanhos de molduras (G, M, P e MP), quatro estações sazonais (primavera, verão, outono e inverno), interação entre tamanho de moldura e estações e erro. O efeito da estação foi considerado aleatório, por isto a interação também é aleatória e, por consequência, os testes de hipótese para tamanho de moldura usam como erro a interação e o efeito da estação, e a interação é testada com relação ao erro (Steel et al., 1997).

Para cada combinação de tamanho de moldura e estação sazonal, e para os níveis de tamanho de moldura e estação, foram estimadas a média, a variância e o coeficiente de variação. A contribuição percentual de cada estrato na formação da serapilheira foi estimada ($100 \cdot \text{estrato} / \text{total}$) para melhorar a avaliação dos valores. A homogeneidade das variâncias entre tamanhos de molduras dentro de cada estação e entre estação dentro de cada tamanho de moldura foi testada pelo teste de Bartlett (Steel et al., 1997). Para os cálculos foi utilizado o aplicativo Excel.

3.4 Intensidade amostral

Considerando os resultados da análise da variância (diferenças entre tamanhos de molduras, variabilidade entre estações e interação) e dos testes de homogeneidade das variâncias, foi estimada a intensidade amostral (n , tamanho de amostra) necessária, admitindo-se um erro de estimação de 10, 15, 20 e 25% da média estimada, com 95% de probabilidade de confiança, para a área de um hectare (área do local amostrado), com correção para população infinita. Assim, o valor de n foi estimado pela expressão, $n \cong t^2 s_x^2 / E^2$, em que, t é o valor da tabela t de Student ($\alpha=5\%$ de probabilidade de erro bilateral); s_x^2 é a estimativa da variância; $E = LE * \hat{m} / 100$; LE é o limite de erro de estimação (10, 15, 20 e 25%); \hat{m} é a média aritmética (Steel et al., 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da variância conjunta

A interação entre os tamanhos das molduras e as diferentes estações (M x E) não se mostraram significativas para o total de serapilheira acumulada e para alguns estratos (galhos, cascas, folhas e miscelâneas), isto é, as diferenças entre as molduras estudadas (MP, P, M e G) seguiram uma determinada tendência nas diferentes estações sazonais (primavera, verão, outono e inverno). Considerando-se que foram analisadas serapilheira em áreas físicas diferentes (aleatórias), foi possível inferir que as respostas verificadas nas molduras foram válidas para todas as estações sazonais.

Tanto para os estratos, quanto para o total de serapilheira acumulada, observaram-se diferenças significativas entre as quatro estações (Tabela 4), ou seja, a quantidade de serapilheira acumulada foi diferente nas estações, tanto nos estratos quanto para o total, ratificando Borém & Ramos (2002), König et al. (2002), Figueiredo Filho et al. (2003), Moreira & Silva (2004), que também verificaram variação sazonal.

A maior quantidade de serapilheira acumulada verificada foi no inverno (Tabela 5), já a média nesta estação alcançou, algumas vezes, o dobro das demais estações e os motivos principais dessas diferenças foram a baixa temperatura e a alta umidade.

Quando comparadas as diferentes molduras pela análise conjunta, não se verificaram diferenças significativas no acúmulo de serapilheira para os estratos, galhos, cascas, e miscelâneas, assim como no total, constatando-se que não existiram diferenças na quantidade de serapilheira coletada entre diferentes tamanhos de molduras dentro das estações.

Nessas condições, para coleta de serapilheira no total e nos estratos (galhos, cascas, e miscelâneas), foi indiferente coletar na menor moldura ($MP = 0,25m^2$) ou na maior ($G = 1m^2$), por não existir diferenças significativas dentro da mesma estação. Evidencia-se então, que sendo a coleta e o modo de separar a serapilheira bastante onerosos e como não existem diferenças significativas na coleta da serapilheira acumulada nos diferentes tamanhos de molduras, é sensato elucidar que a moldura ideal é a de menor área, pois o resultado será o mesmo das demais molduras e em um menor espaço de tempo, devido ao serviço de coleta.

De acordo com a literatura, a maioria dos trabalhos realizados na quantificação de serapilheira acumulada, é realizada com $0,25m^2$ de área (Cunha et al. 1993; Souza & Davide, 2001; Arato, et al. 2003; Gallon, 2004; Monteiro & Rodrigues, 2004; Vital et al. 2004), e também com $1m^2$ (Souza & Davide, 2001; Santos & Válio, 2002; Figueiredo Filho et al.

2003; Backes et al. 2005). Assim tornaria mais prático e menos trabalhoso se, os últimos autores citados, que trabalham com 1m², aumentassem o número de repetições e diminuíssem o tamanho da área, conseqüentemente aumentaria a precisão do experimento. Pode-se dizer que a maior influência na coleta de serapilheira acumulada não está no tamanho da moldura, pois não se verificou diferença entre elas, mas sim no número de repetições utilizadas nas estações.

Tabela 4 – Quadrado médio com seus respectivos graus de liberdade (GL) da análise conjunta para galhos, cascas, folhas e miscelâneas em suas respectivas fontes de variação.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		<i>Galhos</i>	<i>Cascas</i>	<i>Folhas</i>	<i>Miscelâneas</i>	<i>Total</i>
Moldura	3	4,59 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,92 [*]	2,19 ^{ns}	15,26 ^{ns}
Estação	3	87,30 [*]	0,69 [*]	8,88 [*]	73,78 [*]	365,78 [*]
M x E	9	2,29 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,47 ^{ns}	2,36 ^{ns}	5,48 ^{ns}
Erro	224	2,43	0,10	0,59	1,36	6,26

* significativo a 5% de erro pelo teste de tukey

ns=não significativo

Contudo, quando necessário a quantificação de folhas existente na superfície do solo da Floresta Ombrófila Mista, deve se ter cuidado, pois encontrou-se diferenças significativas a 5% de erro entre as molduras (Tabela 4). Na avaliação de experimentos individuais, onde o objetivo principal, por exemplo, é a coleta de folhas, geralmente são realizados pelo estudo de deposição mensal de serapilheira, e não na serapilheira acumulada no solo, pelo fato que, no acúmulo de serapilheira, o estrato folhas, já entrou em decomposição, enquanto na depositada ainda não, devido à retirada mensalmente.

Das estações sazonais verificadas, quando realizada a média com os diferentes tipos de molduras (MP, P, M e G) fornecendo a média geral da estação, constatou-se que o inverno apresentou a maior média geral com 10,03 toneladas por hectare, sendo este valor inferior a 14,2 t.ha⁻¹ encontrados por Backes et al. (2005) na mesma floresta, constatando-se uma diferença de 4 t.ha⁻¹ no estudo de serapilheira acumulada. Já a menor média das estações, foi encontrada no outono (4,25 t.ha⁻¹) o que demonstra a grande variação sazonal dentro da mesma tipologia florestal (Tabela 5). Variação esta, também constatada por Borém & Ramos (2002), König et al. (2002), Figueiredo Filho et al. (2003) Moreira & Silva (2004) em outras tipologias florestais. Portanto, quando comparado esse trabalho com o realizado por Backes et

al. (2005), ocorre no inverno uma diferença de 4 t.ha^{-1} , o que pode ser atribuído ao acaso, mas na estação outonal, chega à aproximadamente 10 t.ha^{-1} , maior que a média estimada nas outras estações, o que leva-se a crer que os autores referidos procederam as suas coletas de acúmulo de serapilheira durante o inverno.

A média das variâncias demonstrou que o inverno ($s^2=15,33$) possui a maior variabilidade dentre as estações, sendo encontrado no verão a menor ($s^2=1,92$), porém, a média de serapilheira acumulada no inverno foi superior à do verão, explicando essa diferença entre estações. No entanto, o CV é a estatística que melhor reflete a idéia da variação dos dados, e o verão constatou-se os valores mais exatos dentre as estações (24,44%). O inverno que demonstrou a maior variância, não teve o CV alto (38,98%), quando comparado com as demais estações e estratos, devido aos também altos valores da média, sendo do outono (42,63%) a maior variação dos dados, devido basicamente aos baixos valores da média nesta estação.

Tabela 5 – Média (\bar{m} , t.ha⁻¹), variância (s^2) e coeficiente de variação (CV) para serapilheira total referentes a estações sazonais (inverno, primavera, verão e outono) em diferentes tamanhos de molduras muito pequena (MP), pequena (P), média (M) e grande (G) de serapilheira na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Molduras		Inverno	Primavera	Verão	Outono	Média moldura
MP	\bar{m}	10,91	7,28	5,92	4,50	7,15
	S^2	17,05	6,80	2,57	3,56	7,50
	CV (%)	37,86	35,82	27,05	41,82	35,64
P	\bar{m}	9,43	5,80	5,14	3,38	5,94
	S^2	19,34	2,52	1,71	2,50	6,52
	CV (%)	46,65	27,34	25,49	46,77	36,56
M	\bar{m}	10,47	5,20	5,97	4,22	6,47
	S^2	13,40	2,46	1,47	3,57	5,23
	CV (%)	34,95	30,20	20,31	44,83	32,57
G	\bar{m}	9,30	6,92	5,56	4,89	6,67
	S^2	11,51	6,90	1,92	3,29	5,91
	CV (%)	36,45	37,97	24,90	37,08	34,10
Média Estação	\bar{m}	10,03	6,30	5,65	4,25	6,56
	S^2	15,33	4,67	1,92	3,23	6,29
	CV (%)	38,98	32,83	24,44	42,63	34,72

Como demonstração da diferença encontrada entre molduras na serapilheira acumulada na mesma floresta, verificou-se que (Tabela 5) ao ser avaliado na Floresta Ombrófila Mista a quantidade de serapilheira acumulada, utilizando a moldura MP ter-se-ia encontrado 7,15 t.ha⁻¹, porém se na mesma floresta e local fosse utilizado a moldura P, o valor encontrado seria de 6,47 t.ha⁻¹, demonstrando uma diferença de 0,68 t.ha⁻¹, valor este não significativo.

Em trabalhos futuros em que pesquisadores desejarem estimar a quantidade de serapilheira acumulada não verificando as variações nas estações, seja por custo ou tempo, devem evitar coletas no inverno (superestimou) e outono (subestimou), dando preferência a primavera e verão, que estimam valores mais próximos a média geral (Tabela 5). Assim,

valores encontrados por Backes et al. (2005), não condizem com os valores médios da Floresta Ombrófila Mista verificados neste trabalho em todas as molduras, uma vez que os valores encontrados pelos autores estão superestimados.

Quando avaliada as quatro estações sazonais dentro das respectivas molduras isoladamente, verificou-se a maior quantidade de serapilheira acumulada, assim como na média geral das estações, também no inverno, com valores entre 10,91 a 9,30 toneladas por hectare (Tabela 5).

A menor média ocorreu no outono com variação de 3,38 a 4,89 t.ha⁻¹, verificando-se novamente a forte variação sazonal chegando a aproximadamente 5 t.ha⁻¹, quando comparado com o inverno. Demonstra-se assim que, tanto no inverno, quanto no outono, as mínimas e máximas encontradas estão fora da média geral de todas as molduras (MP=7,15; P=5,94; M=6,47; G=6,67 t.ha⁻¹), afirmando-se novamente que a primavera e verão tiveram valores intermediários (7,28 e 5,97 t.ha⁻¹) e estão dentro das estimativas das molduras, podendo ser consideradas as melhores estações para coleta de serapilheira acumulada, se analisada apenas uma estação.

Com as baixas temperaturas e uma menor radiação solar no inverno, existe a tendência de uma redução e ou estagnação dos microorganismos que decompõe a matéria orgânica do solo, conseqüentemente, ocorre uma menor ciclagem do material depositado na floresta. Portanto, nessa estação a deposição de serapilheira acumulada no solo torna-se maior que a decomposição, ocasionando uma maior quantidade de material encontrado (Tabela 5). Autores como Borém & Ramos (2002), Arato et al. (2003), Figueiredo Filho et al. (2003) Vital et al. (2004), constataram, no final da estação seca, os maiores valores de serapilheira depositada, sendo que esta ocorre até o final do mês de setembro, incluindo inverno e parte da primavera. Salienta-se que, no local de realização do trabalho dos autores citados, existem duas estações definidas (seca e chuvosa), enquanto que no Rio Grande do Sul existem quatro estações bem definidas (outono, inverno, primavera e verão). Já outros autores, como König et al. (2002), encontraram as maiores produções de serapilheira no período de inverno na Floresta Estacional Decidual, e Martins & Rodrigues (1999) na Floresta Semidecidual. Embora os dados desses autores sejam para serapilheira depositada, e os do presente trabalho para serapilheira acumulada (Tabela 5), pode ser constatado a mesma tendência entre a serapilheira depositada e acumulada quanto às estações.

Em razão do aumento da deposição (entrada) de serapilheira no solo da floresta e com a menor decomposição (saída) no inverno, na estação subsequente (primavera), em que fisiologicamente as plantas iniciam as brotações e florações, obteve-se em duas molduras (MP

e G) 7,28 e 6,92 t.ha⁻¹ respectivamente, uma grande deposição de matéria orgânica. Isso ocorreu em razão da existência do material depositado na estação anterior (inverno), que ainda não foi ciclado, embora na primavera aumente a decomposição em relação à deposição.

No verão, devido a menor relação do gradiente deposição/decomposição, a elevação da radiação solar, temperatura do ar e do solo, existe a tendência de aumento da atividade microbiana no solo que, por sua vez, diminui a quantidade absoluta de material depositado em razão da menor quantidade de serapilheira depositada na estação anterior (primavera), quando comparado com o inverno, aumentando o ciclo de saída e diminuindo o de entrada. Com isso, verificou-se na estação outonal (Tabela 5), uma menor quantidade de serapilheira depositada, embora, nesta estação ocorra um aumento na deposição de folhas, porém o estrato que mais influenciou na deposição da serapilheira nesta tipologia foi o de galhos.

Nas estações sazonais verão e outono, encontram-se as menores médias de serapilheira, valores também revelados por Cunha et al. (1993) na Floresta Estacional Decidual com os menores acúmulos e deposições de serapilheira nessa estação. Autores que realizaram trabalhos onde existem duas estações definidas, como Borém & Ramos (2002), Arato et al. (2003) e Vital et al. (2004), encontraram os menores valores no período chuvoso, correspondendo às estações verão e outono (Tabela 2).

Em razão da grande variabilidade existente no interior das florestas nativas, mesmo com o aumento do tamanho da parcela não ocorreu a redução da variabilidade existente, sendo esta uma constatação comentada por Alves & Seraphin (2004), embora os autores alertem que isto não é muito comum em experimentos, mas que em alguns casos devido à heterogeneidade do solo poderá ocorrer.

A variância total do inverno apresenta as maiores diferenças e amplitudes em relação às demais, e dentro de seus respectivos estratos a variabilidade (s^2) foi no mínimo duas vezes maior em relação às outras estações.

A menor variação no inverno, na moldura G ($s^2=11,51$), foi superior a todas as estações sazonais nos diferentes tamanhos de moldura, o que demonstra a grande variabilidade existente nessa estação. Apesar disso, quando realizada a razão entre o desvio-padrão em relação à sua respectiva média que nos fornece o CV, não são evidenciados no inverno os maiores CV, por estarem dissolvidos nos altos valores da média e isso torna os CVs baixos em suas respectivas molduras.

No entanto, se no inverno estão as maiores variações entre os totais de serapilheira, no verão encontra-se as menores variabilidades entre estações sazonais, estando somente a moldura MP (2,57) um pouco acima desses valores. Os menores CVs verificados encontram-

se no verão, seguindo a tendência da variação em que o menor CV encontrado entre todas as estações e molduras, foi verificado no verão na moldura M (20,31%). No outono, que não possui as maiores variações ambientais está o maior CV na moldura P (46,77%), seguido pela mesma moldura no inverno (46,65%) e novamente, no outono nas molduras M (44,83%) e MP (41,82%), demonstrando que apesar da variação no outono ser baixa quando comparada com as demais, nessa estação estão as maiores variações relativas.

Os maiores valores de serapilheira acumulada foram encontrados no inverno e na primavera, ambos na moldura MP, entretanto, no verão a maior quantidade de serapilheira acumulada está na moldura M ($5,97 \text{ t.ha}^{-1}$), sendo esta um pouco superior a MP ($5,92 \text{ t.ha}^{-1}$) e, no outono, na G ($4,89 \text{ t.ha}^{-1}$) seguida pela MP ($4,50 \text{ t.ha}^{-1}$), evidenciando que a moldura MP estima valores maiores em duas estações (inverno e primavera) e nas outras duas (verão e outono) está muito próxima ao máximo encontrado (Tabela 5), mesmo assim essa diferença não se mostrou significativa.

Quando analisada a homogeneidade para variância total na serapilheira acumulada, dentro das respectivas estações (primavera, verão, outono e inverno), variando o tamanho de molduras (MP, P, M e G), verificou-se a não-heterogeneidade dentro de todas as estações, podendo ser afirmado que dentro das estações não existe diferença entre as variâncias das molduras (Tabela 6). Assim, no inverno que apresentou as maiores discrepâncias entre as variâncias da moldura P e G ($s^2=19,34$; $s^2=11,51$) respectivamente, não apresentam diferenças significativas, assim como as demais estações, que possuem variâncias menores.

No entanto, ao fixar os tamanhos de moldura, variando as estações, para verificação da sazonalidade no acúmulo de serapilheira com o mesmo tamanho de moldura, constatou-se a heterogeneidade dentro de todos os tamanhos de moldura, sendo atribuído essa não-homogeneidade principalmente à estação invernal que destoa da variância das demais (Tabela 5). Desta forma se verifica que a variabilidade existente foi devido às estações, principalmente ao inverno, e não devido aos diferentes tamanhos de moldura, uma vez que, variando as molduras dentro das estações, foi verificada a homogeneidade (Tabela 6). Corrobora-se pelos valores da análise conjunta, em que a interação deu não significativa, ou seja, as variações tiveram a mesma tendência, os ambientes todos significativos e não houve diferença entre molduras.

Para o estrato galhos, com os diferentes tamanhos de moldura, no inverno, verão e outono, constatou-se a homogeneidade das variâncias. O mesmo não ocorreu na primavera devido a alta variabilidade na moldura G ($s^2 = 5,11$), tornando essa estação a única heterogênea neste estrato. Mas quando fixado o tamanho das molduras, variando as estações,

a moldura MP foi a única homogênea, sendo as demais (P, M e G) heterogêneas. Fato este atribuído às variâncias mais altas do inverno para a moldura P ($s^2 = 5,24$) e M ($s^2 = 4,83$). No entanto, para a maior moldura (G) a heterogeneidade foi atribuída a estação primaveril, sendo esta a mesma variância ($s^2 = 5,11$) que ocasionou a não homogeneidade dentro da primavera (Tabelas 7, 8, 9 e 10).

No estrato cascas ficou evidenciado que apesar da pequena variância, quando comparada com os demais estratos, foi onde existiu o maior número de variâncias não-homogêneas, tanto dentro das estações (duas), quanto dentro das molduras (quatro), fato este ligado à pequena quantidade absoluta de cascas encontradas e à variabilidade existente entre estações e dentro das molduras.

Já no estrato folhas dentro das estações sazonais (primavera, verão, outono e inverno), variando o tamanho das molduras (MP, P, M e G) a homogeneidade das variâncias foi verificada em todas as estações, tendo ocorrido igual comportamento para o total (Tabela 6). Contudo, ao ser analisado a variância dentro das molduras nas diferentes estações, todas se mostraram heterogêneas devido à variabilidade mais alta no inverno seguindo novamente, o mesmo padrão encontrado para o total.

Para as miscelâneas as variâncias foram homogêneas para o acúmulo de serapilheira no inverno, na primavera e no verão e heterogênea na estação outonal, fato este atribuído à moldura G ($s^2=1,84$) que destoou das demais variâncias (Tabela 11). Contudo, quando analisada as diferentes estações (primavera, verão, outono e inverno) dentro das respectivas molduras, verificou-se heterogeneidade em todas as molduras, e novamente devido à estação invernal, que possui as maiores variâncias.

Assim constata-se que dentro do ponto amostral (1ha) identificado por estação, provenientes das coletas realizadas nas mesmas, existiu homogeneidade das variâncias para folhas e total em todas as estações. Já nos estratos cascas (inverno e primavera), galhos (primavera) e a miscelâneas (outono) foram influenciados tanto pelo tamanho, quanto pela estação, por isso mostraram-se heterogêneas as variâncias.

Ao ser analisada as estações, com o mesmo tamanho de moldura entre todos os estratos, o único que teve homogeneidade da variância foi à moldura MP para galhos, diferentemente de todas as demais que são heterogêneas (Tabela 6).

Tabela 6 – Comportamento da variância, para diferentes estratos (galhos, cascas, folhas, miscelâneas) e total, entre molduras por estações sazonais e entre estação por molduras no estudo de serapilheira acumulada na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Variância dentro das estações com diferentes tamanhos de molduras					
Estação	Galhos	Cascas	Folhas	Miscelâneas	Total
Inverno	hom.	het.	hom.	hom.	hom.
Primavera	het.	het.	hom.	hom.	hom.
Verão	hom.	hom.	hom.	hom.	hom.
Outono	hom.	hom.	hom.	het.	hom.

Variância dentro das molduras em diferentes estações					
Tamanho Moldura	Galhos	Cascas	Folhas	Miscelâneas	Total
Muito Pequeno	hom.	het.	het.	het.	het.
Pequena	het.	het.	het.	het.	het.
Média	het.	het.	het.	het.	het.
Grande	het.	het.	het.	het.	het.

hom. = variâncias homogêneas;

het. = variâncias heterogêneas pelo teste de Bartlett a 5% de probabilidade.

Quando avaliado os galhos individualmente no inverno, o aumento na área da superfície de coleta ($MP = 0,25$; $P = 0,56$; $M = 0,75$; $G = 1m^2$) ocasionou uma redução na média de serapilheira acumulada, o que evidenciou a maior influência dos menores tamanhos de molduras no estrato de maior peso. Contudo, apesar desta tendência, não se verificou significativas diferenças na análise da variância (Anexo 1), isto é, não existiram diferenças entre as médias da moldura MP (4,38) e da moldura G (3,69) conforme Tabela 7. No entanto a porcentagem referente a galhos amostrados no inverno, na qual a moldura P (42,84%) tem o maior valor entre as molduras estudadas, seguida pela moldura MP (40,15%), verificou-se que as menores parcelas (MP e P) tiveram uma maior influência na porcentagem do que as maiores molduras (M e G). As variâncias no inverno foram homogêneas quanto aos galhos (Tabela 6), entretanto, quando avaliada as molduras, variando as estações, somente a moldura MP foi homogênea. Os maiores CVs verificados nesta estação foram bastante altos, mesmo possuindo uma média maior, mas devido a baixa variância (Tabela 7).

A média da quantidade de cascas teve amplitude de $0,42 t.ha^{-1}$ na moldura (G) até $0,19 t.ha^{-1}$ na P, sendo valores esperados devido a maior probabilidade de cascas caírem dentro das

molduras maiores, embora na menor (MP) tenha sido encontrado $0,31 \text{ t.ha}^{-1}$ (Tabela 7). Todas as molduras obtiveram menos de 5% de cascas na serapilheira acumulada, tendo neste estrato os maiores CVs encontrados nas estações e nas molduras, embora a variância não seja alta para este estrato, não encontrou-se homogeneidade das variâncias (Tabela 6) dentro das molduras.

No inverno as folhas tiveram na média estimada da moldura MP ($2,39 \text{ t.ha}^{-1}$) o maior valor encontrado dentre as molduras, no entanto, esse valor não se diferenciou significativamente das demais molduras (Anexo 1). Nas concentrações em porcentagens de folhas, no acúmulo de serapilheira, verificou-se nas extremidades os maiores valores (MP e G) com 21,91% e 21,29% respectivamente, mostrando que percentualmente a maior e a menor moldura estimam valores muito próximos nesse estrato, variando um pouco nas molduras centrais (P e M) com 17,39 e 15,85%, ficando este estrato com representatividade entre 20 a 25% do total de serapilheira acumulada (Tabela 7). Cunha (1993), Martins & Rodrigues (1999), Figueiredo Filho et al. (2003) e König et al. (2002) encontraram em suas porcentagem de influência de folhas, valores acima de 60%, no entanto, estes autores comentam que foram considerados como galhos os menores de dois centímetros de diâmetro, explicando o porquê dessa porcentagem de folhas. Outro fato que influenciou no alto valor encontrado na porcentagem destes autores é que nos trabalhos citados foram realizadas análises em relação a deposição e não ao acúmulo de serapilheira, assim pode-se constatar que existiu uma maior influência do estrato folhas na serapilheira depositada, sendo esta inversamente proporcional a quantidade de galhos.

Embora a variância na estação invernal tenha sido homogênea, quando verificado a homogeneidade da variância dentro das molduras (MP, P, M e G), variando as estações, constatou-se que todas foram heterogêneas, mostrando a diferença existente entre estações na coleta de serapilheira acumulada mesmo quando coletado com um tamanho de moldura fixo (Tabela 6). Considerando que o estrato folhas teve uma variância baixa, o CV foi alto, quando comparado com o de galhos e miscelâneas, fato este explicado pela menor média estimada nas molduras neste estrato (Tabela 7).

Devido a dificuldade existente na separação da serapilheira acumulada no inverno, as miscelâneas tiveram uma importância de destaque, na qual a moldura M ($4,47 \text{ t.ha}^{-1}$) representou 42,69% do total dessa moldura, o que explica-se pelo fato que as miscelâneas são ligadas intrinsecamente e a dificuldade de separação é inversamente proporcional ao grau de decomposição, sendo valores altos para a deposição (retirada mensalmente) de serapilheira, mas não para acúmulo uma vez que o material depositado no solo já está em decomposição

sendo de difícil separação e conseqüentemente acaba por elevar a porcentagem de representação em todas as molduras para este estrato.

Tabela 7 – Média (\bar{m} , t.ha⁻¹), porcentagem do total (%), variância (s²) e coeficiente de variação (CV) da serapilheira acumulada no inverno, estimado com o uso de diferentes tamanhos de molduras para galhos, cascas, folhas, miscelâneas e total no estudo de serapilheira acumulada na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Tamanho Moldura		Galhos	Cascas	Folhas	Miscelâneas	Total
Muito Pequena	\bar{m}	4,38	0,31	2,39	3,82	10,91
	%	40,15	2,84	21,91	35,01	100,00
	s ²	3,09	0,17	1,53	4,36	17,05
	CV (%)	40,09	132,45	51,44	54,61	37,86
Pequena	\bar{m}	4,04	0,19	1,64	3,56	9,43
	%	42,84	2,01	17,39	37,75	100,00
	s ²	5,24	0,04	1,77	3,08	19,34
	CV (%)	56,65	108,24	81,28	49,33	46,65
Média	\bar{m}	4,01	0,34	1,66	4,47	10,47
	%	38,30	3,25	15,85	42,69	100,00
	s ²	4,83	0,40	0,95	5,07	13,40
	CV (%)	54,91	187,31	58,66	50,35	34,95
Grande	\bar{m}	3,69	0,42	1,98	3,19	9,30
	%	39,68	4,52	21,29	34,30	100,00
	s ²	2,93	0,73	0,98	2,23	11,51
	CV (%)	46,32	202,34	49,83	46,78	36,45

Na estação primaveril (Tabela 8) a moldura MP apresentou a maior quantidade de serapilheira acumulada (7,28 t.ha⁻¹), no entanto, Cunha et al. (1993) na Floresta Estacional Decidual (6,7 t.ha⁻¹), Martins & Rodrigues (1999) na Floresta Estacional Semidecidual (5,96 t.ha⁻¹), Souza & Davide (2001) na Floresta Subtropical Subcaducifólia (5,54 t.ha⁻¹), Vital et al. (2004) na Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária (6,22 t.ha⁻¹), com o mesmo tamanho de moldura (MP) encontraram valores próximos em diferentes tipologias florestais. Também se pode inferir quanto a quantidade de serapilheira acumulada que na moldura MP (7,28 t.ha⁻¹) não diferiu estatisticamente da moldura P (5,80 t.ha⁻¹) podendo-se deduzir que a

quantidade de serapilheira acumulada nas diferentes tipologias também não iriam diferir com a mesma diferença mínima significativa. Para encontrar diferença entre médias nesta estação, para o total, a diferença mínima significativa de $2,06 \text{ t.ha}^{-1}$ só foi evidenciada entre a moldura M ($5,20 \text{ t.ha}^{-1}$) e MP, que chegou a $2,08 \text{ t.ha}^{-1}$.

As maiores variâncias encontradas nesta estação para o total, estão ligadas as médias mais elevadas da moldura MP e G. Já o CV verificado na moldura P (27,34%), demonstra a menor relação existente entre o desvio-padrão e a média nesta estação, em função principalmente da baixa variabilidade.

Ainda no período da primavera, a diferença entre a maior média de galhos acumulados na moldura G ($3,42 \text{ t.ha}^{-1}$) e a menor na moldura M ($2,00 \text{ t.ha}^{-1}$), não diferiram estatisticamente (Anexo 1). Porém, a variância referente à quantidade de galhos na primavera é alta, sendo esta a única que não teve homogeneidade de variâncias para galhos entre todas as estações (Tabela 6). A amplitude da variação existente dentro da moldura G ($s^2 = 5,11$) e na moldura P ($s^2 = 0,90$) reflete na heterogeneidade de variâncias nas molduras P, M e G, sendo verificada a homogeneidade de variâncias somente na moldura MP, quando avaliada individualmente as molduras.

As cascas demonstraram uma pequena porcentagem na estação primavera, contribuindo com menos de 3% para o total, com $0,21 \text{ t.ha}^{-1}$ da média para a moldura MP até $0,09 \text{ t.ha}^{-1}$ na P, configurando diferença não significativa na análise da variância.

Com exceção da moldura MP, que teve a maior variância ($s^2=0,15$), as demais molduras (P, M e G) tiveram os menores valores encontrados para essa estatística ($s^2=0,01$), explicando assim a não-homogeneidade das variâncias (Tabela 6). Se avaliado isoladamente do ponto de vista da variância, tem-se a impressão que a variabilidade foi pequena, mas isso se deve mais à escala que à precisão nesse estrato, demonstrando que a não-homogeneidade da estação (primavera) é em razão da variância da moldura MP. Assim, o CV que considera a variabilidade existente pela média encontrada demonstra valores altos na moldura MP (184,45%) devido a alta variabilidade nesta moldura.

Nas folhas a amplitude entre as molduras MP ($2,10 \text{ t.ha}^{-1}$) e M ($1,55 \text{ t.ha}^{-1}$) diferem a 5% de erro (Anexo 1), mas embora, exista homogeneidade das variâncias para folhas na primavera, a concentração relativa de serapilheira acumulada para folhas na moldura P (31,38%) é superior à moldura G (23,84%), demonstrando diferentes concentrações relativas no estrato na coleta de serapilheira entre molduras em uma mesma área. As variâncias na quantificação de folhas são próximas para as moldura P ($s^2=0,22$), M ($s^2=0,21$) e G ($s^2=0,19$), sendo a moldura MP ($s^2=0,58$) a mais distante das variâncias (Tabela 8), o que explica a

homogeneidade das variâncias para este estrato. Já dentro das molduras variando as estações, todas se mostraram heterogêneas, e o motivo da não homogeneidade nas estações, é o inverno, que possui a variâncias superior as demais. O CV da moldura MP é o maior dessa estação (36,30%), enquanto a moldura P (25,97%) teve a menor variação experimental entre todos os estratos, isto é, embora a moldura MP esteja sujeita as maiores variações, devido a menor área de coleta, não se encontrou diferenças significativas entre as estimativas desta para as demais molduras.

As miscelâneas não apresentaram diferenças significativas entre as molduras estudadas (anexo 1) e a variância mostrou-se homogênea dentro da estação e, heterogênea quando avaliadas as molduras variando as estações. Quanto à concentração em porcentagem, encontraram-se valores próximos às folhas (Tabela 7), sendo estas inversamente proporcionais as miscelâneas, ou seja, com a menor concentração de folhas a tendência é aumentar a porcentagem de miscelâneas. O CV nesse compartimento variou de 34,13% na moldura G a 55,35% na M, podendo ser considerado alto esses valores que devem ser atribuídos principalmente à média baixa.

Tabela 8 – Média (\bar{m} , t.ha⁻¹), porcentagem do total (%), variância (s²) e coeficiente de variação (CV) da serapilheira acumulada na primavera, estimados com o uso de diferentes tamanhos de molduras para galhos, cascas, folhas, miscelâneas e total no estudo de serapilheira acumulada na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Tamanho moldura		Galhos	Cascas	Folhas	Miscelâneas	Total
Muito Pequena	\bar{m}	2,93	0,21	2,10	2,03	7,28
	%	40,25	2,88	28,85	27,88	100
	S ²	3,75	0,15	0,58	0,94	6,80
	CV	65,99	184,45	36,3	47,61	35,82
Pequena	\bar{m}	2,29	0,09	1,82	1,60	5,80
	%	39,48	1,55	31,38	27,59	100
	S ²	0,90	0,01	0,22	0,43	2,52
	CV	41,37	124,48	25,97	41,3	27,34
Média	\bar{m}	2,00	0,11	1,55	1,53	5,20
	%	38,46	2,12	29,81	29,42	100
	S ²	1,32	0,01	0,21	0,72	2,46
	CV	57,37	96,4	29,61	55,35	30,2
Grande	\bar{m}	3,42	0,11	1,65	1,74	6,92
	%	49,42	1,59	23,84	25,14	100
	S ²	5,11	0,01	0,19	0,35	6,90
	CV	66,06	107,77	26,55	34,13	37,97

No verão as médias das molduras M e MP são próximas (5,97 t.ha⁻¹ e 5,92 t.ha⁻¹) e pouco superiores à moldura P (5,14 t.ha⁻¹), valores estes que não diferiram estatisticamente na quantidade de serapilheira acumulada nesta estação, sendo que a amplitude de 0,83 t.ha⁻¹ no verão pode ser considerada baixa quando comparada com as demais estações. Martins & Rodrigues (1999) estudando a deposição de serapilheira na Floresta Semidecidual, com 0,25m² de superfície para coleta 5,96 t.ha⁻¹ encontraram um valor próximo ao encontrado no presente trabalho com o mesmo tamanho de área. No entanto, deve ser lembrado que nesta tipologia estudada pelos autores os referidos valores foram os maiores encontrados no final do inverno e começo do verão. Já Souza & Davide (2001) com 0,25 m² de área, na Floresta

Subtropical Subcaducifólia, encontraram 5,54 t.ha⁻¹ de acúmulo de serapilheira nesta tipologia florestal, valor também próximo aos encontrados neste estudo.

No verão, seguindo a tendência da média, a variância também apresentou uma amplitude pequena ($s^2=1,10$), demonstrando uma variação total menor do que as demais estações estudadas (Tabela 9), sendo que esta foi a única que apresentou homogeneidade de variâncias dentro de todos os estratos e no total. Então, como consequência das baixas variâncias nesta estação, os CVs foram os mais baixos, indicando baixa variação no acúmulo de serapilheira entre molduras na estação, o que não ocorreu dentro das molduras (Tabela 9).

No estrato galhos a média verificada na moldura MP (2,25 t.ha⁻¹) não destoou estatisticamente das demais molduras, sugerindo que embora existisse uma maior probabilidade de cair galhos grandes na maior parcela, ao se estimar uma determinada unidade padrão, ela foi compensada pela estimativa. Desta forma, dentro dos estratos, os galhos foram responsáveis por grande parte da variância, uma vez que cascas, folhas e miscelâneas, tiveram menor influência na variância total, porém, ocorreu homogeneidade das variâncias dentro desta estação, para este estrato, assim como dentro das molduras MP para galhos variando as estações (Tabela 6).

O acúmulo total de cascas no verão foi menor que 3% em todas as molduras, mostrando novamente a pouca influência deste estrato para o total. Enquanto o CV demonstrou a alta variação encontrada neste estrato na coleta de cascas, correspondendo a menor na moldura P (97,77%) a um valor alto, e apresentando heterogeneidade em todas as molduras, assim como na estação (Tabela 6).

Durante o verão as folhas têm a maior estimativa na moldura MP (1,91 t.ha⁻¹), porém não diferiram da média das demais molduras. As maiores representações relativas pertenceram às molduras MP (32,26%) e P (32,30%) e as menores as molduras M (27,30%) e G (27,88%), sendo estas inversamente proporcionais à quantidade de miscelâneas, ou seja, nas menores molduras (MP e P) existiu uma porcentagem relativa de folhas maior, diminuindo a porcentagem de miscelâneas (Tabela 9). Alguns autores como Cunha (1993), Martins & Rodrigues (1999), Arato et al. (2003) e Figueiredo Filho et al. (2003) encontraram valores em seus trabalhos, superiores aos verificados nas molduras, porém isto se explica pelo fato que foram considerados galhos somente os menores de 2cm de diâmetro, aumentando assim a influência relativa dos demais estratos, principalmente as folhas. A variância da moldura MP ($s^2=0,64$) e M ($s^2=0,17$) representaram a amplitude da variação no estrato, em que apresentou-se a homogeneidade das variâncias para folhas no verão, com isso, dentro das molduras (MP, P, M e G) notou-se a heterogeneidade das variâncias em todas as molduras

(Tabela 6), podendo isto ser atribuído às diferentes quantidades de folhas depositadas no solo nas diferentes estações (Tabela 7, 8, 9 e 10) e ao caráter sazonal, variação também constatado por Borém & Ramos (2002) e Moreira & Silva (2004).

Tabela 9 – Média (\bar{m} , t.ha⁻¹), porcentagem do total (%), variância (s²) e coeficiente de variação (CV) da serapilheira acumulada no verão, estimado com o uso de diferentes tamanhos de molduras para galhos, cascas, folhas, miscelâneas e total no estudo de serapilheira acumulada na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Tamanho Moldura		Galhos	Cascas	Folhas	Miscelâneas	Total
Muito Pequena	\bar{m}	2,25	0,10	1,91	1,66	5,92
	%	38,01	1,69	32,26	28,04	100,00
	S ²	1,57	0,01	0,64	0,29	2,57
	CV	55,72	106,62	41,92	32,17	27,05
Pequena	\bar{m}	1,86	0,13	1,66	1,49	5,14
	%	36,19	2,53	32,30	28,99	100,00
	S ²	0,58	0,02	0,31	0,41	1,71
	CV	40,91	97,77	33,66	42,86	25,49
Média	\bar{m}	2,16	0,12	1,63	2,06	5,97
	%	36,18	2,01	27,30	34,51	100,00
	S ²	1,00	0,03	0,17	0,53	1,47
	CV	46,35	138,05	25,02	35,48	20,31
Grande	\bar{m}	1,80	0,15	1,55	2,07	5,56
	%	32,37	2,70	27,88	37,23	100,00
	S ²	0,67	0,03	0,31	0,50	1,92
	CV	45,49	124,37	35,89	34,08	24,9

Na estação outonal (Tabela 10) a moldura G estimou 4,89 t.ha⁻¹ para o total e a moldura P 3,38 t.ha⁻¹ de serapilheira acumulada, mas não verificou-se diferença significativa entre essas médias (Anexo 1). Quando avaliada as variâncias no outono, estas mostraram-se homogêneas diferindo nos tamanhos de molduras, (Tabela 6) com amplitude entre as de tamanho P (s²= 2,50) e M (s²=3,57). Entretanto, dentro das molduras e nas diferentes estações, as variâncias foram heterogêneas e a que mais destoou das outras foi a proveniente do inverno (Tabela 5).

A concentração relativa de galhos no outono foi a maior encontrada entre as estações, estando todos acima de 40% de representatividade deste estrato em relação ao total. As amplitudes das médias entre a moldura G (2,02 t.ha⁻¹) e P (1,61 t.ha⁻¹) não acusaram à existência de diferença significativa no acúmulo de galhos no outono (Anexo 1). Já a variação para galhos foi homogênea dentro da estação outonal, mas heterogênea dentro das molduras P, M e G, tendo sido homogênea somente na moldura MP (Tabela 6), demonstrando que esta moldura possuiu as variâncias mais próximas quando avaliadas em diferentes estações.

As cascas tiveram a porcentagem de contribuição para o total abaixo de 3%, assim como nas demais estações, podendo constatar-se pequena influência desta para os estratos. As variâncias foram homogêneas no outono e heterogêneas dentro das molduras.

Quanto ao estrato folhas, as médias verificadas nas molduras M (1,27 t.ha⁻¹) e P (0,90 t.ha⁻¹), não apresentaram diferença significativa entre elas. A variância mostrou-se homogênea para o outono, porém heterogênea dentro das molduras, assim como as demais estações (primavera, verão e inverno), mostrando que as diferenças dentro das molduras, variando as estações, foram maiores que as ocorridas dentro da própria estação variando as molduras, que tem amplitude de variância entre a moldura MP ($s^2=0,27$) e moldura M ($s^2=0,68$) pequena, o que não ocorreu entre estações (Tabela 10). Quanto ao CV, que nos forneceu a relação desvio-padrão pela média e nos da idéia da precisão do experimento, indicou que a moldura MP foi a de relação mais baixa.

Tabela 10 – Média (\bar{m} , t.ha⁻¹), porcentagem do total (%), variância (s²) e coeficiente de variação (CV) da serapilheira acumulada no outono, estimado com o uso de diferentes tamanhos de molduras para galhos, cascas, folhas, miscelâneas e total no estudo de serapilheira acumulada na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Tamanho Moldura		Galhos	Cascas	Folhas	Miscelâneas	Total
Muito Pequena	\bar{m}	1,87	0,09	1,10	1,44	4,50
	%	41,56	2,00	24,44	32,00	100,00
	S ²	1,76	0,01	0,27	0,46	3,56
	CV	70,89	113,51	47,32	46,71	41,82
Pequena	\bar{m}	1,61	0,07	0,90	0,79	3,38
	%	47,63	2,07	26,63	23,37	100,00
	S ²	1,89	0,01	0,35	0,22	2,50
	CV	85,27	131,78	65,30	58,54	46,77
Média	\bar{m}	1,96	0,06	1,27	1,09	4,22
	%	46,45	1,42	30,09	25,83	103,82
	S ²	2,53	0,01	0,68	0,42	3,57
	CV	81,14	134,23	64,98	59,79	44,83
Grande	\bar{m}	2,02	0,08	1,01	1,78	4,89
	%	41,31	1,64	20,65	36,40	100,00
	S ²	1,91	0,02	0,30	1,84	3,29
	CV	68,27	181,5	54,12	76,19	37,08

4.2 Intensidade amostral

Ao ser analisada a intensidade de amostras, que é o número de repetições de moldura por hectare para um dado limite de erro na amostragem (10, 15, 20 e 25%) admitido em relação à média, verificou-se que, embora dentro das estações tenha sido verificado a homogeneidade da variância, existe uma diferença grande entre número de amostras necessárias a ser coletada foi no verão. E no outono e inverno foi preciso aproximadamente do dobro de amostras (Tabela 11), embora em todas as estações tenha sido verificada a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (Tabela 6).

Trabalhos científicos utilizam a mesma quantidade de amostras para coleta de serapilheira nas estações sazonais, seja para análise nutricional e deposição (Cunha et al. 1993; Martins & Rodrigues, 1999; Domingos et al. 2000; König et al. 2002; Souza & Davide, 2001; Borém & Ramos, 2002; Santos & Válio, 2002; Pinto & Marques, 2003; Moreira & Silva, 2004; Gallon, 2004; Schuacher et al., 2004; Vital et al. 2004; Backes et al., 2005; Alves et al. 2006) ou acúmulo de serapilheira (Gerhardt, 1999; Souza e Davide, 2001; Vital et al. 2004; Santos & Válio, 2002; Arato et al. 2003, Figueiredo Filho et al. 2003). Assim constatou-se a utilização de diferentes limites de erro admitidos, uma vez que foi utilizado o mesmo número de amostras nas estações destes trabalhos.

No inverno, quando avaliada o número de repetições necessárias, para um valor fixado em 10% de erro em relação a sua média, a menor intensidade de amostras foi verificada na moldura M, em que foram necessário 50 amostras para se trabalhar com 10% em relação a sua média. Porém, pode-se constatar que com esse nível de significância seria preferível fazer oito repetições a mais e trabalhar com 0,25 m² (moldura MP), do que triplicar o tamanho da área de coleta para trabalhar com a mesma significância.

Da complexidade existente no acúmulo de serapilheira, tem-se que, dos autores citados na Tabela 2, nenhum teria trabalhado com 10% de erro em relação à média, tanto para coleta quanto para o acúmulo de serapilheira. E com o aumento da porcentagem em relação a sua média, fica mais evidente essa relação, na qual, por exemplo, a 20% da média, a moldura M precisaria de 15 amostras; enquanto a moldura MP, de 17, isto é, seriam necessárias somente duas repetições a mais do que a primeira, sendo que a moldura M possui área três vezes maior que a moldura MP.

Se fosse colocado o número de repetições utilizados por Santos & Válio (2002) e Arato et al. (2003) no acúmulo de serapilheira, poderia ser dito que os autores trabalharam com 20% de erro em relação à média no inverno, porém como fixaram o número de amostras, provavelmente nas outras estações trabalharam com diferentes níveis de erro. Já Gerhardt (1999), Souza & Davide (2001), Vital et al. (2004) estudaram o acúmulo de serapilheira com 0,25m² com valores acima de 30% da semi-amplitude de erro admitido para o inverno, devido ao pequeno número de amostras coletadas.

Na primavera o número de molduras necessárias para coleta de serapilheira foi menor que no inverno, onde a 10% de distância em relação à média, foram necessárias 32 unidades amostrais no tamanho pequeno (P). Ao contrário do que aconteceu no inverno, em que a menor moldura aproximou-se do menor número suficiente, o número de unidades amostrais na moldura MP foi superior (52) as demais molduras se comparado esse compartimento na

primavera (Tabela 11). Se analisado o número de repetições utilizados por Santos & Válio (2002) e Arato et al. (2003), poderia ser dito que os autores utilizaram em seus trabalhos aproximadamente 20% em relação a média, já Gerhardt (1999), Souza & Davide (2001), Vital et al. (2004) com aproximadamente 30% em relação a média.

No verão foi necessário um número menor de repetições, devido a variabilidade existente, se comparadas com as demais estações, sendo esta atribuída a uma menor variação total encontrada entre todas as estações em suas respectivas molduras, além da homogeneidade da variância (Tabela 6). Na moldura M, somente seis unidades amostrais a 20% de erro da média bastaram para a variância desta estação, sendo que nas outras foram necessários 25% em relação a média, e mesmo assim não alcançaram a mesma suficiência, pois, ao se coletar serapilheira com a mesma intensidade amostral em todas as estações, se trabalhou com diferentes porcentagens de erro em relação às suas respectivas médias. Com isso, evidencia-se pela Tabela 2 que a pré-fixação do número de repetições do tamanho de parcelas e, conseqüentemente a variação na semi-amplitude em relação a média, faz com que entre estações se trabalhe com diferentes índices de aceitabilidade da semi-amplitude. Assim constata-se que Gerhardt (1999), Souza & Davide (2001), Vital et al. (2004) trabalharam no inverno e primavera com mais de 30% e no verão com aproximadamente 25% em relação à média no acúmulo de serapilheira. Já Santos & Válio (2002) e Arato et al. (2003), teriam trabalhado nesta estação próximo aos 15% de erro em relação a média e que 20% no inverno e primavera no acúmulo de serapilheira com diferentes tamanhos de molduras.

No outono devido a alta variabilidade da Floresta Ombrófila Mista, à 10% de estimativa em relação à média, são necessárias 56 unidades amostrais na maior moldura (G). A 20% ocorre uma aproximação do número necessário de repetições entre as molduras G (16) e a MP (20), isto é, com quatro repetições a mais, pode se trabalhar com uma área menor. Assim como no inverno, o outono necessita de um número maior de unidades amostrais para a variância amostrada e, Gerhardt (1999), Souza & Davide (2001), Vital et al. (2004) teriam inferidos em torno de 30% em relação a média.

Como a coleta, a separação e pesagem de serapilheira é um serviço oneroso e à medida que se diminui a margem de erro em relação à média estimada, aumenta-se conseqüentemente, o número de unidades necessárias para a variação existente na área de trabalho. Assim, parte-se do pressuposto que, quanto menor o número de unidades amostrais e menor o tamanho da parcela, melhor e mais fácil será o manuseio e separação da serapilheira acumulada, porém constatou-se que, a partir de 20% em todas as estações a melhor moldura a

ser utilizada é MP, com uma exceção que seria na primavera, em que a moldura P seria a mais indicada (Tabela 11).

Tabela 11 – Valores da intensidade amostral total por hectare para a quantidade de serapilheira acumulada em diferentes tamanhos de molduras coletoras nas quatro estações sazonais, em quatro semi-amplitude do intervalo de confiança (D%), na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Estação Inverno					Estação Outono				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	58	87	50	54	10%	70	87	80	56
15%	27	40	24	26	15%	33	40	37	26
20%	17	24	15	16	20%	20	24	22	16
25%	12	16	10	11	25%	14	16	15	11
Estação Primavera					Estação Verão				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	52	32	38	58	10%	31	28	19	27
15%	25	16	18	27	15%	15	14	10	13
20%	15	10	11	17	20%	10	9	6	9
25%	11	7	8	12	25%	7	6	4	6

Quanto maior o tamanho da parcela, maiores serão as chances de caírem galhos dentro desta, ou seja, existe maior probabilidade de serem encontrados galhos na moldura G do que na moldura MP, no entanto, a separação dos galhos foi mais simples por ser um material maior e de fácil localização na manta.

Para coleta de galhos no inverno, a 10% da média, 65 unidades amostrais foram suficientes na moldura MP, sendo que na maior moldura (G), foram necessárias 85 unidades amostrais, portanto, apesar de existir maior probabilidade de serem encontrados galhos nas maiores molduras, no inverno, a menor moldura proporcionou o número de unidades amostrais mais baixas, isto é, ao aumentar o tamanho da unidade amostral não se está melhorando as estimativas em relação à média para coleta de galhos nessa estação. Já na primavera, para a coleta de galhos na moldura P a 25% de distância em relação à média, foram necessárias 13 unidades amostrais e, nas molduras MP e G, 30 unidades, valores esses altos para coleta de galhos.

Na moldura P no verão, assim como na primavera, ocorreram os menores valores para coleta de serapilheira, mas, no verão, verificou-se que, o aumento no tamanho das molduras proporcionou uma redução no número de amostras necessárias a partir dos 15% de desvio em relação à média. Na estação outonal, teve-se a mesma tendência do inverno, entretanto, com um número bem maior de amostras necessárias para cobrir a variância, podendo-se concluir que, aos 25% em relação à média, se necessitam de 33 amostras na moldura MP, valores estes, próximos da primavera (Tabela 12).

Em geral, verificou-se que, no inverno, existe menor necessidade de unidades amostrais, sendo esta explicada pela menor variação em relação às suas respectivas médias. Na primavera e no outono, foram encontrados os maiores valores, sendo que, na prática, se torna inviável fazer o número de unidades amostrais para encontrar algo próximo aos 10% da média em relação aos galhos, assim como também para as cascas, em razão da variação existente das estações sazonais.

Os altos valores para cascas eram esperados, uma vez que as probabilidades de coleta são pequenas e de grande variação, podendo essa fração ser suprimida e incorporada à miscelâneas.

Tabela 12 – Valores da intensidade amostral para galhos e cascas em função de diferentes tamanhos de molduras (MP, P, M e G) nas quatro estações sazonais (inverno, primavera, verão e outono) na coleta de serapilheira acumulada, em quatro semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) na Floresta Ombrofila Mista de São Francisco de Paula, RS.

Galhos no inverno					Cascas no inverno				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	65	126	119	85	10%	688	459	1375	1605
15%	30	58	54	40	15%	306	204	611	713
20%	18	34	32	23	20%	172	115	344	401
25%	13	22	21	16	25%	110	74	220	257
Galhos na primavera					Cascas na primavera				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	170	68	130	170	10%	1334	607	365	455
15%	77	32	59	77	15%	593	270	162	202
20%	45	19	34	45	20%	334	151	92	114
25%	30	13	23	30	25%	214	98	60	74
Galhos no verão					Cascas no verão				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	122	67	86	82	10%	446	375	748	607
15%	56	31	40	37	15%	199	1667	333	270
20%	33	19	24	23	20%	115	94	189	152
25%	22	14	16	15	25%	73	62	120	98
Galhos no outono					Cascas no outono				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	197	285	258	183	10%	505	681	706	1291
15%	89	126	115	82	15%	225	302	314	574
20%	51	73	66	47	20%	126	170	179	322
25%	33	47	43	32	25%	82	109	113	206

Para a coleta de folhas no inverno, foram necessárias, a 10% da média, 98 unidades amostrais na moldura G e 104 na moldura MP, enquanto que, a 25% de estimativa em relação à média, são necessárias 18 e 19 unidades amostrais, respectivamente nas molduras G e MP. Resultando em apenas uma moldura a mais, com uma área três vezes menor, com isso, pode-

se concluir que, para deposição ou acúmulo de folhas em estudos, o aumento do tamanho das molduras não ocasiona uma diminuição do número ideal de parcelas, assim a moldura MP é a melhor opção para essa estação. O que não ocorreu na primavera a 10% da média, em que, na moldura MP e P, encontraram-se 54 e 29 unidades amostrais respectivamente, isto é, foi necessário um número maior de molduras para a coleta de serapilheira na floresta, e à medida que se aumentou a distância permitida em relação a sua média, não foi encontrada diminuição equivalente. Assim, a 25% na moldura MP, são necessárias onze unidades amostrais e, na P, de apenas seis unidades, com isso, pode-se concluir que, nessa estação, o aumento no tamanho das molduras proporcionou uma maior estabilidade na coleta da manta na floresta. Tendência essa, que também foi verificada no verão quanto às folhas, em que a 25% na moldura M, ocorreu o total de seis unidades amostrais, seguida da moldura P com dez unidades. No outono, a moldura MP necessitou de 16 unidades e a moldura G de 21. Com isso, pode-se dizer que a diminuição média na quantidade de serapilheira na floresta faz com seja utilizada maiores molduras de coletas porque, nas estações em que foram verificadas menores quantidades de serapilheira depositadas, o número de molduras precisou ser maior para cobrir a variabilidade existente na floresta.

O inverno, quanto à intensidade amostral na coleta de folhas em relação à sua média, foi a estação em que ocorreu a maior quantidade de amostras, podendo-se afirmar que, no inverno e no outono, a moldura MP foi a ideal para a coleta de folhas. Enquanto que, na primavera, a melhor moldura é a P e, no verão, a M seguida da P.

Como a mistura de tudo que não foi identificado integra a fração miscelâneas, nota-se nesse compartimento que existe certa proporcionalidade a partir dos 20% de desvio em relação à média, em que no inverno à 25% a diferença entre o menor número ideal e o maior é de apenas quatro molduras, fato este, também ocorrido no verão.

Na primavera, a maior moldura proporcionou os valores mais baixos para coleta de serapilheira, em que a 25%, na moldura G, foram utilizados 10 molduras, seguida da moldura P num total de treze, já no outono, na moldura MP, foram obtidos os valores mais baixos para coleta da miscelâneas.

Tabela 13 – Valores da intensidade amostral para folhas e miscelâneas em função de diferentes tamanhos de molduras (MP, P, M e G), nas quatro estações sazonais (inverno, primavera, verão e outono), em quatro semi-amplitude do intervalo de confiança (D%) na coleta de serapilheira na Floresta Ombrófila Mista de São Francisco de Paula-RS.

Folhas no inverno					Miscelâneas no inverno				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	104	259	135	98	10%	117	96	100	87
15%	48	116	62	45	15%	54	44	46	40
20%	28	66	36	27	20%	32	26	27	24
25%	19	43	24	18	25%	20	18	18	16
Folhas na primavera					Miscelâneas no primavera				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	54	29	37	30	10%	89	68	121	48
15%	26	14	18	15	15%	42	31	55	23
20%	15	9	11	9	20%	25	19	32	14
25%	11	6	8	7	25%	17	13	22	10
Folhas no verão					Miscelâneas no verão				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	70	46	27	53	10%	43	74	51	47
15%	33	22	13	25	15%	21	34	24	23
20%	20	14	9	15	20%	13	21	15	14
25%	14	10	6	11	25%	9	14	10	10
Folhas no outono					Miscelâneas no outono				
D %	MP	P	M	G	D %	MP	P	M	G
10%	89	168	166	115	10%	136	141	141	235
15%	41	76	75	53	15%	40	61	64	102
20%	24	44	43	31	20%	24	36	37	59
25%	16	29	29	21	25%	16	24	25	38

5 CONCLUSÕES

O comportamento das molduras dentro das estações é similar, logo as respostas encontradas nas molduras são válidas para todas as estações sazonais.

A quantidade de serapilheira acumulada é diferente nas quatro estações, apresentando sazonalidade ao longo do ano.

A melhor moldura foi a MP (0,25m²) não diferindo estatisticamente das demais, e o número de repetições necessárias para estimação de 15% em relação à média, no inverno, foi de 27 amostras, na primavera 25, no outono 33 e, no verão, 15 unidades amostrais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

ALVES, A.R.; SOUTO, J.C.; HOLANDA, A, C. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista biológica e Ciência da Terra**, v.6, n.2, p.194-203.

ALVES, S.M.F.; SERAPHIN, J.C. Coeficiente de heterogeneidade do solo e tamanho de parcela. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.39, n.2, p.105-111, fev. 2004. Acesso <http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n2/19843.pdf>

AMARAL, M.A.; MUNIZ, J.A.; SOUZA, M. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.32, n.12, p.1221-1225, 1997.

ANDRADE, A.G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 178 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

ARATO, H.D.; MARTINS, M.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, n.5, p.715-721, 2003.

BACKES, A.; FERNANDES, A.V.; ZENI, D.J. Produção de folheto em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no Sul do Brasil. **Revista de pesquisas botânicas**, n.50, p.97-117, 2000.

BACKES, A.; PRATES, F.L.; VIOLA, M.G. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta botânica brasileira**, n.19, p.155-160, 2005.

BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Revista cerne**, v.8, n.2, p.42-59, 2002.

CARPANEZZI, A.A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de Eucalipto no interior do Estado de São Paulo.** 1980. 107 f. Dissertação (Mestrado Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1980.

CARVALHO P.E.R. **Espécies arbóreas brasileira.** Brasília; Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

CHAVES, L. J. **Tamanho de parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays* L.).** 1985. 148 f. Tese (Doutorado em agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1985.

COCHRAN, W.G. **Técnicas de amostragem.** São Paulo. Fundo de Cultura, 1965. 555 p.

CORREIA, M.E.F; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. **In:** SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre: Gênese. 1999, p.209-214.

COSTA NETO, P.L.O. **Estatística matemática.** São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1995. 262 p.

CUNHA, G.C. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Estacional do Rio Grande do Sul.** 1997. 86 f. Dissertação (Mestrado Ciências Florestais): Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 1997.

CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A.; BRESSAN, D.A. Dinâmica nutricional em Floresta Estacional Decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, v.3, n.1, p. 35-64, 1993.

CUNHA, G.M.; COSTA, G.S.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; VELLOSO, A.C.X. Produção de serapilheira em florestas naturais e povoamento de eucalipto no entorno do Parque Estadual do Desengano – RJ. **In:** FertBio 2000, Santa Maria, 2000.

DOMINGOS, M.; LOPES, M.I.M.S.; VUONO, Y.S. Nutrient cycling disturbance in Atlantic Forest sites affected by air pollution coming from the industrial complex of Cubatão, Southeast Brazil. **Revista brasileira de botânica**, São Paulo, V.23, n.1, p.77-85, mar. 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **Embrapa** – SPI, 1999. 412 p.

ESTEFANEL, V.; PIGNATARO, I.A.B.; STORCK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas. **In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÓMICA**, 2., 1997, Londrina. **Anais...** Londrina: DME/CCE/Universidade Estadual de Londrina. 1997, p.115-131.

FEDERER, W. T. **Experimental design**. New York: McMillan, 1955. 544 p.

FERNANDES, A. V.; BACKES, A.; Produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul. Iheringia, **Série botânica**, v.51, n.1, p.63-78, 1998.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO, D. J. Avaliação Estacional da Deposição de Serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista Localizada no Sul do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v.13, n.1, p.11-18, 2003.

GALLON M.M.P. **Um estudo sobre a dinâmica de sistemas complexo a partir de séries temporais de dados microclimáticos para uma floresta de transição no Noroeste do Mato Grosso**. 2004, 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Mato Grosso, 2004.

GERHARDT, J. E. **Influência dos Fatores Físicos do Solo e dos Nutrientes da Serapilheira sobre o Crescimento em Altura da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O Ktze**. Santa Maria: UFSM, 1999. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.

GOMES, J. F. **Classificação e crescimento de grupos ecológicos na Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS**. 2005. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

GONZALEZ, M.I.M.; GALLARDO, J.F. El efecto hojarasca: una revision. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**. p.1130-1157, 1986.

HERRMANN, M.L.P.; ROSA, R.O. Relevô. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990, p.54-84.

IBAMA. **Floresta Nacional de São Francisco de Paula - FLONA/RS**. Brasília: 2000, 6 p. (Folder).

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.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990, p.113-150.

LINDMAN, C.A.; FERRI, M.G. **A vegetação do Rio Grande do Sul**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1974. 377 p.

MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**, 2 ed. Santa Maria. Ed. UFSM, 2007. 199 p.

MARCHIORI, J.N.C; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas: myrtales** – Santa Maria: Ed. UFSM, 1997. 304 p

MARTINS S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.3, p.405-412, dez. 1999.

MIRANDA, J. B. F. Princípios de experimentação e análise estatística. **In: Paterniani**. Ed. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Piracicaba, 1978, 650 p.

MONTEIRO, M.T.; RODRIGUES, E.F.G. **Seção III - Biologia do Solo** - Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, v.28, p.819-826, 2004. (1) Parte da Tese de Mestrado da primeira autora. 2004.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

MOREIRA, P.R.; SILVA, O.A. Produção de serapilheira em área reflorestada. **Revista árvore**, v.28, n.1, p.49-59, 2004.

NIMER, E. Clima. In: IBGE: **Região Sul**. Rio de Janeiro: 1990. p.151-187.

OLIVEIRA, J.B.; et al. **Classes gerais de solos do Brasil**: guia auxiliar para seu reconhecimento. 2. Ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.

OLIVEIRA, S.J.R. **Dependência entre o tamanho da unidade básica e as estimativas das dimensões da parcela experimental de batata**. 2005 Tese (Doutorado em agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. 2005.

NETO S.P.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Santa Maria – UFSM, vol.1, 1997, 316 p.

PILLAR, V. P. Intensidade amostral In: Bicudo, C.; Bicudo D.. **Amostragem em Limnologia Departamento de Ecologia**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006.

PIMENTEL GOMES, F. O problema de tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.19, n.12, p.1507-1512. 1984.

PIMENTEL GOMES, F. O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação: **Instituto de Pesquisas Florestais**, 1991. 4p. (Circular técnica, 178).

PIMENTEL GOMES, F. Transformação de variáveis na análise da variância. 3.ed. Piracicaba: **Instituto de Pesquisas Florestais**, v.69, 1994. p.117-119.

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

POGGIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2. São Paulo, **Revista do instituto florestal**. São Paulo, v.4, p.734-739, 1992.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Instituto de Pesquisas Florestais. 2000, p.287-308.

QUADROS, F.L.F.; PILLAR, V.P. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**. v.24, n.1, p.109-118, 2002.

RAMBO, Pe. R. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Livraria Selbach, 1956. 456 p.

REITZ, R.; KLEIN, R.M. **Flora ilustrada Catarinense: Araucariáceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 62 p.

SANTOS, S.L.; VÁLIO, I.F.M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in Southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**. v.25, n.1, p.89-92, 2002.

SCHLITTLER, F.H.M.; MARTINS, G.; CESAR, O. Decomposição da serapilheira produzida na floresta do Morro do Diabo (Região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo). **Naturalia**, v.18, p.149-156, 1993.

SEMA/UFMS-RS. Governo do Estado. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: 2001, v.1 e 2, 706 p.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; HERNANDES, J.I.; KÖNIG, F.G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (bertol.) kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista árvore**. v.28, n.1, p.29-37, 2004.

SOUZA, J.A.; DAVIDE, A.C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de Eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Revista cerne**. v.7, n.1, p.101-113, 2001.

SMITH, H.F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal of Agricultural Science**. v.28, n.1, p.1-23, 1938.

STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H., DICKEY, D. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3 ed. Boston, 1997. 666 p.

STRECK, E.V.; et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater-RS/UFGRS, 2002. 107 p.

STORCK, L. **Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.)**. 1979. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1979.

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES S. J. et al. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000, 198 p.

STORCK, L.; ESTEFANEL, V.; GARCIA, D.C. **Experimentação**. Santa Maria: Departamento de Fitotecnia, UFSM, 1994. 273 p.

THOMAS, E.J. Relationship between plot size ad plot variance. **Agricultural Research Journal of Kerala**. v.12, n.2, p.178-189, 1974.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística** - 3 ed. Rio de Janeiro – Ed. Elsevier, 1980.

VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária. **Revista árvore**, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

APÊNDICE

	Média 2005	Inverno/05	Primavera/05	Verão/06	Outono/06
Temperatura mensal	15,0	12,4	13,8	18,3	16,9
Temperatura média máxima	20,9	18,2	19,7	24,4	22,9
Temperatura média mínima	10,2	7,8	8,9	13,6	12,1
Extrema Máxima	27,5	25,7	28,1	30,1	28,2
Extrema Mínima	3,1	-1,4	2,5	9,4	3,8
Precipitação	155,0	184,5	208,8	128,9	149,4
Dias precipitação	14,0	13,0	15,7	15,3	13,0
Umidade Relativa	83,7	83,0	84,3	85,0	84,3
Velocidade do vento	1,8	1,9	1,6	1,9	1,7
Número de geadas	0,8	2,3	0,0	0,0	0,0

ANEXO A - Inverno

Fator = Moldura**Variável = Total de serapilheira acumulado**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	27,73	3	9,24	0,603169	0,615669	2,769431
Resíduos	858,27	56	15,326			
Total	886,00	59				

Fator = Moldura**Variável = Galho**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	35,54	3	1,18	0,294556	0,82916	2,769431
Resíduos	225,286	56	4,02			
Total	228,8417	59				

Fator = Moldura**Variável = Casca**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	4,13	3	1,37	0,407777	0,748004	2,769431
Resíduos	189,32	56	3,38			
Total	19,34					

Fator = Moldura**Variável = Folha**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	5,54	3	1,84	1,419876	0,246579	2,769431
Resíduos	72,85	56	1,30			
Total	78,40	59				

Fator = Moldura**Variável = Miscelânea**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	13,01	3	4,33	1,175527	0,327286	2,769431
Resíduos	206,59	56	3,68			
Total	219,60	59				

ANEXO B – Primavera

Fator = Moldura**Variável = Total de serapilheira acumulado**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	42,24322	3	14,08107	3,094605	0,034091	2,769431
Resíduos	254,8112	56	4,5502			
Total	297,0544	59				

Fator = Moldura**Variável = Galho**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	18,27843	3	6,09281	2,253852	0,092078	2,769431
Resíduos	151,3841	56	2,703288			
Total	169,6625	59				

Fator = Moldura**Variável = Casca**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	0,105668	3	0,035223	0,78723	0,5061	2,769431
Resíduos	2,505571	56	0,044742			
Total	2,611239	59				

Fator = Moldura**Variável = Folha**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	2,625055	3	0,875018	2,993815	0,038379	2,769431
Resíduos	16,36742	56	0,292275			
Total	18,99247	59				

Fator = Moldura**Variável = Miscelânea**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	2,231032	3	0,743677	1,252048	0,299669	2,769431
Resíduos	33,26226	56	0,593969			
Total	35,4933	59				

ANEXO C - Verão

Fator = Moldura**Variável = Total de serapilheira acumulado**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	6,709247	3	2,236416	1,166881	0,33055	2,769431
Resíduos	107,3282	56	1,916575			
Total	114,0374	59				

Fator = Moldura**Variável = Galhos**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	2,202488	3	0,734163	0,768474	0,51652	2,769431
Resíduos	53,49967	56	0,955351			
Total	55,70216	59				

Fator = Moldura**Variável = Cascas**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	0,01454	3	0,004847	0,216089	0,884838	2,769431
Resíduos	1,25605	56	0,022429			
Total	1,27059	59				

Fator = Moldura**Variável = Folhas**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	1,106739	3	0,368913	1,033703	0,384752	2,769431
Resíduos	19,98556	56	0,356885			
Total	21,0923	59				

Fator = Moldura**Variável = Miscelânea**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	3,849443	3	1,283148	2,983232	0,03886	2,769431
Resíduos	24,08672	56	0,43012			
Total	27,93617	59				

ANEXO D - Outono

Anova: fator único total

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	18,40677	3	6,13559	1,899971	0,140091	2,769431
Resíduos	180,8412	56	3,229307			
Total	199,248	59				

Fator = Moldura**Variável = Galhos**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	1,45719	3	0,48573	0,240167	0,86796	2,769431
Resíduos	113,2583	56	2,02247			
Total	114,7155	59				

Fator = Moldura**Variável = Cascas**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	0,009089	3	0,00303	0,278037	0,841009	2,769431
Resíduos	0,610208	56	0,010897			
Total	0,619296	59				

Fator = Moldura**Variável = Folhas**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	0,673882	3	0,224627	0,542053	0,655504	2,769431
Resíduos	23,20648	56	0,414401			
Total	23,88037	59				

Fator = Moldura**Variável = Miscelânea**

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Tratamento	8,726919	3	2,908973	3,897533	0,013392	2,769431
Resíduos	41,79631	56	0,746363			
Total	50,52323	59				

ANEXO E – Análise Conjunta

ANOVA TOTAL

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F		F tab
Moldura	45,79	3	15,26	2,79	<	3,86
Estação	1097,34	3	365,78	66,77	>	3,86
M x E	49,30	9	5,48	0,88	<	1,96
erro médio	1401,25	224	6,26			

ANOVA GALHO

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F		F tab
Moldura	13,78	3	4,59	2,00	<	3,86
Estação	261,89	3	87,30	38,09	>	3,86
M x E	20,63	9	2,29	0,94	<	1,96
erro médio	543,43	224	2,43			

ANOVA CASCA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F		F tab
Moldura	0,16	3	0,05	1,21	<	3,86
Estação	2,08	3	0,69	16,16	>	3,86
M x E	0,39	9	0,04	0,41	<	1,96
erro médio	23,30	224	0,10			

ANOVA FOLHA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F		F tab
Moldura	5,76	3	1,92	4,13	>	3,86
Estação	26,63	3	8,88	19,08	>	3,86
M x E	4,19	9	0,47	0,79	<	1,96
erro médio	132,42	224	0,59			

ANOVA OUTROS

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F		F tab
Moldura	6,56	3	2,19	0,93	<	3,86
Estação	221,35	3	73,78	31,24	>	3,86
M x E	21,26	9	2,36	1,73	<	1,96
erro médio	305,74	224	1,36			