

# TAMANHO E FORMA DA UNIDADE AMOSTRAL PARA QUANTIFICAÇÃO DA SERAPILHEIRA EM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SUBTROPICAL<sup>1</sup>

Leandro Homrich Lorentz<sup>2</sup>, Hamilton Luiz Munari Vogel<sup>2</sup>, Alexandra Augusti Boligon<sup>2</sup>, Caroline Andrade Pereira<sup>3</sup> e Monike Andrade Pereira<sup>4</sup>

**RESUMO** – Para o estudo do ciclo de nutrientes em uma floresta, é necessária a estimação precisa da quantidade de serapilheira depositada e de suas frações. Entre as formas reconhecidas para minimizar a variabilidade entre amostras está o uso do tamanho ótimo de unidades amostrais para a coleta da serapilheira. Entretanto, existem poucas recomendações nesse sentido, o que gera variação no tamanho da unidade amostral utilizada em experimentos similares. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho e a forma ótimos da unidade amostral para quantificação de serapilheira em Floresta Estacional Subtropical. Para isso, foram alocadas, aleatoriamente, na área cinco parcelas de dimensões 3,0 x 2,0 m em cada uma das quatro estações do ano, subdivididas em 96 unidades básicas de 0,25 x 0,25 m. Em cada unidade básica foi coletada toda a matéria orgânica acima do solo, sendo esta separada nas frações folhas, galhos finos, resíduo. A estimativa do tamanho ótimo da unidade básica foi obtida por dois métodos distintos. Observou-se que o coeficiente de variação diminui à medida que aumenta o tamanho da unidade amostral; há diferenças na variabilidade da produção de serapilheira entre as parcelas na mesma estação de coleta; unidades amostrais retangulares são mais homogêneas entre si que as quadradas; recomenda-se a utilização de unidades amostrais de 0,40 m<sup>2</sup> (1,5 m x 0,25 m) para a coleta de serapilheira em fragmento de Floresta Estacional Subtropical.

Palavras-chave: Precisão experimental; Ciclagem de nutrientes; Amostragem.

## SIZE AND SHAPE OF SAMPLE UNIT FOR LITTER QUANTIFICATION OF A SUBTROPICAL SEASONAL FOREST FRAGMENT

**ABSTRACT** – To study the nutrient cycle in a forest, a precise estimation of the amount of litter produced and its fractions is necessary. Among the recognized ways to minimize variability between samples is the use of optimal sampling size units to litter collection. However, there are a few recommendations found in another studies for this parameter, which generates variation in the size of the sampling unit used in similar experiments. The aim of this work is to determine the optimal size and shape of the sampling unit for quantification of litter in a Subtropical Seasonal Forest fragment. For this purpose, five plots of 3.0 x 2.0 meters in each season were randomly allocated in the area, subdivided into 96 basic units of 0.25 x 0.25 meters. In each basic unit all organic matter above ground was collected and separated in the fractions leaves, twigs and waste. The estimative of the basic units optimal size was obtained by two different methods. It was observed that the coefficient of variation decreases as the size of the sample unit is increased; there are differences in the production variability of litter between the plots in the same collection station; rectangular sampling units are more homogeneous than the square ones; the use of sample units 0,40m<sup>2</sup> (1.5m x 0.25m) is recommend for litter quantification produced in Subtropical Seasonal Forest fragment.

Keywords: Experimental precision; Nutrient cycling; Sampling.

---

<sup>1</sup> Recebido em 04.09.2014 aceito para publicação em 02.02.2015.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA, Brasil. E-mail: <leandrolorentz@unipampa.edu.br>, <hamiltonvogel@yahoo.com.br> e <aboligon@yahoo.com.br>.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Pampa, Graduando em Gestão Ambiental, São Gabriel, RS, Brasil. E-mail: <caroline.andrade@hotmail.com>.

<sup>4</sup> Universidade Federal do Pampa, Graduando em Engenharia Florestal, São Gabriel, RS, Brasil. E-mail: <monikeandrade.pereira@hotmail.com>.



## 1. INTRODUÇÃO

Na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, onde se encontra o Município de São Sepé, ocorrem formações florestais do tipo Estacional Subtropical em diferentes graus de perturbação causadas, principalmente, pela forte tradição agropecuária local. Isso leva à formação de um mosaico de fragmentos florestais e matas de galeria, restando poucas áreas com florestas nativas remanescentes, aliadas a poucos estudos em ecologia e experimentação florestal desenvolvidos nesses locais.

De acordo com Cunha (1997), a Floresta Estacional Subtropical é uma das formações florestais mais importantes do RS, em termos de localização geográfica, área ocupada e importância histórico-cultural, com poucas informações sobre esse ecossistema, principalmente relacionada à produção de serapilheira e à ciclagem de nutrientes.

Estudos relativos à quantificação de serapilheira depositada em fragmentos florestais são de grande importância para o entendimento do processo de ciclagem de nutrientes nesses locais e, conseqüentemente, servem de subsídios para o correto manejo da área. De acordo com Caldeira et al. (2008), uma das causas do manejo inadequado das florestas é o desconhecimento dos fatores que sustentam a alta produção de biomassa e, concomitantemente, conservam a fertilidade do solo.

Os tamanhos de unidade amostral e número de amostras utilizados em estudos desta natureza variam demasiadamente entre trabalhos encontrados na literatura: Almeida et al. (2010), que utilizaram três amostras de dimensões de 2,2 m x 3,00 m, enquanto Schumacher et al. (2011), que utilizaram nove amostras de 0,25 m x 0,25 m, sugeriram que esse tamanho foi insuficiente por gerar elevados coeficientes de variação. Já Kleinpaul et al. (2005) empregaram 100 amostras de unidades amostrais de 0,25 m de lado, mas sugeriram a utilização de molduras de maiores dimensões para florestas estacionais decíduais, como 0,50 m ou 1,00 m de lado, pois encontraram coeficientes de variação muito elevados.

A adoção de técnicas experimentais adequadas à coleta de serapilheira em fragmentos florestais nativos é necessária para a correta quantificação desse material, devendo ser tal que seja capaz de gerar informações precisas o suficiente para que sejam captadas as diferenças

de interesse, com precisão experimental mantida em níveis aceitáveis e probabilidade de erro conhecida. A utilização do tamanho ótimo da unidade amostral é reconhecida como uma das formas de redução da variabilidade do material amostral (STEEL et al., 1997), sendo seu tamanho inversamente proporcional à magnitude do coeficiente de variação. A utilização de unidades amostrais de tamanho inferior ao ótimo implica perda de precisão e requer aumento no número de repetições, enquanto a adoção de unidades amostrais de tamanho superior ao ótimo, para determinado nível de precisão, leva a um dispêndio de recursos e tempo durante as coletas e manuseio das amostras.

A estimativa da quantidade de serapilheira encontrada em um local, segundo Fortes et al. (2008), pode ser influenciada pelo tamanho e pela forma da unidade amostral utilizada para coletas, pois seu acréscimo, ou decréscimo, afeta diretamente o número de amostras tomadas para determinado nível de precisão.

Considerando a grande importância da correta determinação do tamanho, forma da unidade amostral e intensidade amostral, alguns trabalhos encontrados na literatura apresentam propostas para tal. Assim, Fortes et al. (2008) recomendaram o uso de unidades amostrais de 0,5 m x 0,5 m, com intensidade amostral variando de 15 a 33 amostras, conforme a estação de coleta. Entretanto, seu método de escolha partiu de tamanhos pré-fixados de 0,25 m<sup>2</sup>, 0,56 m<sup>2</sup>, 0,75 m<sup>2</sup> e 1,00 m<sup>2</sup>, impedindo qualquer estimativa em valores intermediários, além de excluir a possibilidade de utilização de tamanhos inferiores a 0,25 m<sup>2</sup>, como 0,0625 m<sup>2</sup>, já utilizado por Lima et al. (2010).

Assim, o objetivo deste estudo foi determinar o tamanho e a forma ótimos da unidade amostral para quantificação de serapilheira total e suas frações em fragmento de Floresta Estacional Subtropical, na região central do Estado do Rio Grande do Sul.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram retiradas de um fragmento florestal de Floresta Estacional Subtropical, situada nas coordenadas geográficas 30°13'04''S e 53°42'47''O, com altitude média de 175 m, localizado no interior do Município de São Sepé, RS, com área aproximada de 30 ha. Do fragmento, não se tem registro histórico de intervenções antrópicas a partir de aproximadamente o ano de 1960.

Realizaram-se coletas nas quatro estações do ano de 2012, nos meses de abril, junho, setembro, dezembro, representando as estações do verão, outono, inverno e primavera, respectivamente. Em cada estação de coleta, demarcaram-se cinco pontos amostrais ao acaso no interior do fragmento, distantes no mínimo 50 m da borda, com tamanho 3,0 m de largura x 2,0 m de comprimento. Cada ponto amostral foi subdividido em 96 unidades básicas (UB) de dimensões 0,25 m x 0,25 m, organizados em 12 linhas e oito colunas. De cada unidade básica, foi coletada a serapilheira acumulada e a amostra, identificada pelo número da respectiva linha e coluna.

A serapilheira total coletada de cada UB foi separada em: folhas, cascas, galhos finos (diâmetro < 1 cm) e resíduos. Após a separação, o material foi mantido em estufa a 60 °C, por um período de 72 h, até atingir o peso constante, sendo pesado em balança de 0,1 g de precisão e, posteriormente, convertido em t ha<sup>-1</sup>.

De cada fração, realizou-se a Análise de Variância entre as estações de coleta, considerando o modelo matemático para experimentos conduzidos no Delineamento Inteiramente Casualizado, com amostragem na parcela (STEEL et al., 1997). Nesse modelo, os pontos amostrais são considerados repetições, sendo as unidades básicas dadas por:

$$Y_{ijk} = m + t_i + e_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

$t_i$  é o efeito da estação de coleta  $i$  ( $i$  = abril, junho, setembro e dezembro),  $e_{ij}$  é o erro experimental associado ao ponto amostral  $j$  ( $j$  = 1, 2, 3, 4, 5) na estação de coleta  $i$  e  $e_{ijk}$  é o efeito da unidade básica ( $k$  = 1, 2, 3, ... 96) dentro do ponto amostral  $j$ , em cada estação de colheita  $i$ . Havendo diferença significativa entre as estações de coleta, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, para a comparação entre as médias das referidas estações.

A partir das produções de cada fração nos pontos amostrais, foram simuladas unidades amostrais de diferentes tamanhos e formas a partir da soma das produções de cada unidade básica das quantidades obtidas em parcelas vizinhas, totalizando 17 tamanhos de parcelas de formas quadradas e retangulares, variando de uma unidade básica (1\*1 UB, 0,25 m\*0,25 m e 0,0625 m<sup>2</sup>) até 24 (4\*6 UB, 1,0 m\*1,5 m e 1,50 m<sup>2</sup>). Para cada tamanho simulado e fração, fizeram-se as determinações: tamanho da unidade amostral simulada em número de

unidades básicas ( $X = L * C$ ); número de repetições ( $r_x = 96/X$ ); média aritmética entre as parcelas de tamanho  $X$  ( $M_x$ ); variância ( $V_x$ ); coeficiente de variação ( $CV\%_x$ ); variância reduzida ( $VU = V/X^2$ ); e os graus de liberdade ( $GL = r_x - 1$ ).

Então, calculou-se o índice de heterogeneidade da serapilheira ( $b$ ) de cada ponto amostral, obtido através da forma linearizada da equação  $VU = V/X^b$  (Smith, 1938), dada por  $\log VU = \log V_1 - b * \log X$ , em que  $V_1$  é a estimativa da variância entre as parcelas de uma unidade básica e ponderada pelos graus de liberdade associados aos respectivos tamanhos de parcela (FEDERER, 1977; STEEL et al., 1997), que variaram de 5 a 95. Analogamente à equação anterior, foram estimados os coeficientes ( $A$  e  $B$ ) da equação  $CV_{(x)} = A/X^B$  (LESSMAN; ATKINS, 1963), também logaritmizada e ponderada pelos graus de liberdade, em que  $A$  estima o coeficiente de variação entre as parcelas de uma unidade básica.

Para estimação do tamanho ótimo de unidade amostral para coleta de serapilheira, utilizou-se o método da Máxima Curvatura Modificado (MCM), proposto por Méier e Lessman (1971), conforme a equação

$$X_0 = \left[ \frac{A^2 B^2 (2B+1)}{B+2} \right]^{\frac{1}{2B+2}}, \text{ em que } X_0 \text{ indica o tamanho}$$

ótimo da unidade amostral, em unidades básicas, estimado pelo método, sendo este considerado padrão ao estudo. Ainda, calculou-se pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, em que o tamanho

ótimo é estimado por:  $X_0 = \frac{10\sqrt{2(1-\rho)}M_1V_1}{M_1}$ , em que  $\rho$  estima

o coeficiente de autocorrelação de primeira ordem de cada coluna ou linha, e  $M_1$  e  $V_1$  são a média e variância da serapilheira para uma unidade básica (PARANAÍBA et al., 2009), com base, portanto, em um princípio diferente dos anteriores. Procedeu-se, também, à comparação da inclinação dos valores de  $b$  e  $r$  entre os cinco pontos amostrais dentro de cada estação e fração de coleta, através do método de Snedecor (SCHNEIDER et al., 2009).

Após a estimativa do tamanho ótimo de unidade amostral para todas as estações de coleta e frações, buscou-se a generalização da recomendação do tamanho da unidade amostral, considerando todos os resultados como um conjunto de dados único composto de 80

estimativas para cada método utilizado. Deste, realizou-se a reamostragem com reposição de 4.000 conjuntos de 80 valores, dos quais se estimou a média do tamanho ótimo. Em seguida, desse novo conjunto de dados composto por 4.000 valores médios, obtiveram-se os valores médio e mínimo, os percentis 5 e 95 e o máximo. Todas as análises foram realizadas pelo software SAS Enterprise Guide 4.3 (SAS, 2008).

### 3. RESULTADOS

A densidade média de indivíduos arbóreos adultos é cerca de 1.000 árvores por hectare, cujas espécies mais frequentes são: *Cordia americana*, *Helietta apiculata*, *Matayba elaeagnoides*, *Nectandra megapotamica*, *Sorocea bonplandii*, *Trichilia catigua* e *Trichilia clausenii*.

As quantidades total de serapilheira depositada, assim como as frações folhas e galhos, não apresentaram diferença significativa entre as estações do ano, com

médias de 13,404, 4,029 e 2,810 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1). Já para a fração resíduo se observou diferença significativa entre as estações, sendo o maior valor observado no verão (9,941 t.ha<sup>-1</sup>), diferindo de todas as demais estações. A menor deposição foi observada na primavera (4,565 t.ha<sup>-1</sup>), seguida por outono (5,437 t.ha<sup>-1</sup>) e inverno (6,328 t.ha<sup>-1</sup>), porém as últimas não diferiram significativamente entre si.

Os coeficientes de variação foram maiores na fração galhos, variando de 46,34% na primavera a 55,59% no verão (Tabela 1). A fração resíduo apresentou coeficientes de variação entre 38,89% no verão e 46,86% na primavera, enquanto a fração folhas e o total de serapilheira depositada apresentaram os menores valores dessa estatística, variando entre 25,30% e 40,83%. Os índices de heterogeneidade médios da serapilheira (b) variaram entre 0,539 e 0,876, enquanto os coeficientes de intercorrelação médios entre as unidades amostrais contíguas variaram de 0,036 a 0,340, conforme a estação de coleta e fração.

**Tabela 1** – Valores médios entre os cinco pontos amostrais da quantidade de serapilheira acumulada em t.ha<sup>-1</sup>(peso), coeficiente de variação (CV%), coeficientes estimados  $V_p$ , b (Smith, 1938), A e B (Lessman; Atkins, 1971), coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{Aj}$ ) e coeficiente de autocorrelação (Paranaíba, 2009) (Auto) para diferentes estações e frações da serapilheira.

**Table 1** – Average value among the five sampling sites and the cumulated litter amounts in ton.ha<sup>-1</sup> (weight), coefficient of variation (CV%), estimated coefficients  $V_p$ , b (Smith, 1938), A and B (Lessman; Atkins, 1971), adjusted determination coefficient ( $R^2_{Aj}$ ) and autocorrelation coefficient (Auto) (Paranaíba, 2009) to different seasons and litter fraction.

Estação	Peso <sup>1</sup>	CV%	$V_p$	b <sup>2</sup>	A	B	$R^2_{Aj}$	Auto <sup>3</sup>
Folha								
Verão	2,876 <sup>ns</sup>	30,07	32,58	0,851*	30,54	0,425	0,894	0,036 <sup>ns</sup>
Outono	4,975	29,09	106,78	0,763*	28,83	0,381	0,912	0,147*
Inverno	3,726	40,83	84,76	0,715*	40,58	0,357	0,948	0,218 <sup>ns</sup>
Primavera	4,54	25,3	51,64	0,722*	25,15	0,361	0,877	0,169*
Galho								
Verão	2,019 <sup>ns</sup>	55,59	52,15	0,585*	55,36	0,292	0,848	0,258 <sup>ns</sup>
Outono	4,17	54,68	373,54	0,720*	55,12	0,36	0,91	0,223 <sup>ns</sup>
Inverno	2,54	46,82	56,2	0,777*	47,74	0,389	0,877	0,215 <sup>ns</sup>
Primavera	2,511	46,34	51,7	0,717*	46,56	0,358	0,864	0,177*
Resíduo								
Verão	9,941A	38,89	948,36	0,795*	40,31	0,397	0,864	0,236 <sup>ns</sup>
Outono	5,437 b	46,71	257,65	0,555*	46,88	0,277	0,784	0,314*
Inverno	6,328 b	42,08	281,78	0,876*	42,09	0,438	0,926	0,088 <sup>ns</sup>
Primavera	4,565 b	46,86	178,88	0,749*	47,74	0,374	0,819	0,225*
Total								
Verão	14,825 <sup>ns</sup>	28,97	1111,25	0,723*	29,91	0,361	0,876	0,248 <sup>ns</sup>
Outono	14,581	26,22	684,28	0,539 <sup>ns</sup>	26,28	0,269	0,818	0,340 <sup>ns</sup>
Inverno	12,594	26,61	479,85	0,812 <sup>ns</sup>	26,76	0,406	0,904	0,123 <sup>ns</sup>
Primavera	11,616	26,33	376,73	0,695*	26,79	0,348	0,829	0,250*

Pelo método da máxima curvatura modificado, observou-se que os maiores tamanhos médios de parcela foram observados nas frações galho (0,43 a 0,49 m<sup>2</sup>) e resíduos (0,39 a 0,44 m<sup>2</sup>) e os menores, nas frações folha (0,27 a 0,34 m<sup>2</sup>) e no total de serapilheira acumulada (0,25 a 0,31 m<sup>2</sup>). Pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, observou-se o mesmo comportamento, porém com o tamanho de parcela levemente maior.

Pela validação da estimativa do tamanho de unidade amostral, através do intervalo de confiança pelo processo de reamostragem, 90% das estimativas de tamanho de unidade situaram-se entre 0,35 e 0,39 m<sup>2</sup>, quando utilizado o MCM; e 0,38 e 0,42 m<sup>2</sup>, pelo método de CMMCV.

Unidades amostrais estreitas e compridas (0,25 m x 1,50 m e 0,25 m x 2,00 m) apresentaram coeficientes de variação esperados inferiores aos de tamanho simulado

com formato mais largo e curto de mesmo tamanho (0,50 m x 0,75 m e 0,50 x 2,00 m).

#### 4. DISCUSSÃO

Os valores de produção da serapilheira acumulados estão próximos aos encontrados na literatura para esse tipo de formação florestal. Vieira et al. (2010) encontraram 19,819 t.ha<sup>-1</sup> para um fragmento de Floresta Estacional Decidual, no Município de Itaara, RS, com coletas realizadas apenas no mês de maio (outono). Já Kleinpaul et al. (2005) observaram um total de 8,08 t.ha<sup>-1</sup> em fragmento florestal no Município de Santa Maria, RS, com coleta realizada no final do mês de setembro (primavera). Esses resultados indicaram a variação entre as estações do ano e corroboraram os encontrados neste estudo, em que os menores valores de serapilheira foram encontrados na primavera e no inverno, enquanto os maiores, no outono e no verão.

**Tabela 2** – Valores médios do tamanho ótimo de unidade amostral para coleta de serapilheira e suas frações através dos métodos da Máxima Curvatura Modificado (MCM) e do método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (CMMCV), entre cinco pontos de amostragem.

**Table 2** – Average values of sample unit optimum size to collect litter and fractions by Modified Maximum Curvature (MMC) method and Maximum Curvature of the Model of Coefficient of Variation (MCMCV) method among five sampling sites.

Estação	MCM		CMMCV	
	X <sub>0</sub> m <sup>2</sup>	CVE	X <sub>0</sub> m <sup>2</sup>	CVE
	Folha			
Verão	0,34	15,02	0,35	12,58
Outono	0,31	15,89	0,34	12,04
Inverno	0,40	21,08	0,42	15,12
Primavera	0,27	15,48	0,31	10,98
	Galho			
Verão	0,46	30,50	0,52	18,47
Outono	0,49	26,17	0,51	18,33
Inverno	0,46	22,18	0,46	16,59
Primavera	0,43	24,30	0,46	16,44
	Resíduo			
Verão	0,40	20,19	0,40	14,38
Outono	0,39	28,4	0,45	16,20
Inverno	0,43	18,03	0,44	15,69
Primavera	0,44	23,63	0,46	16,43
	Total			
Verão	0,31	17,22	0,33	11,84
Outono	0,25	17,99	0,31	11,03
Inverno	0,31	13,95	0,32	11,53
Primavera	0,27	16,70	0,31	11,09

\*X<sub>0UB</sub>: Tamanho ótimo de unidade amostral em número de unidades básicas de 0,25 m x 0,25 m; X<sub>0</sub>m<sup>2</sup>: Tamanho ótimo de unidade amostral em número de unidades básicas em m<sup>2</sup>; e CVE: coeficiente de variação esperado utilizando esse tamanho de unidade amostral.

**Tabela 3** – Estatísticas descritivas das estimativas dos tamanhos ótimos de unidade amostral ( $X_0$ ) e coeficiente de variação esperado (CVE), as diferentes frações da serapilheira através dos métodos da Máxima Curvatura Modificado (MCM) e o método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (CMMCV).

**Table 3** – Descriptive statistics of the estimated optimal size of the sample unit ( $X_0$ ) and the expected coefficient of variation (CVE) among the different litter fractions by the Modified Maximum Curvature (MMC) method and Maximum Curvature of the Model of Coefficient of Variation (CMMCV) method.

Estatística	Mínimo	P5	Média	P95	Máximo
Dados Originais (n = 80)					
MCM					
$X_0$ (m <sup>2</sup> )	0,20	0,24	0,37	0,54	0,64
CVE	9,69	11,20	18,58	33,93	38,56
CMMCV					
$X_0$ (m <sup>2</sup> )	0,26	0,27	0,39	0,55	0,65
CVE	9,30	9,71	14,11	19,76	23,13
Após reamostragem(após 4.000 reamostragens de 80 valores com reposição)					
MCM					
$X_0$ (m <sup>2</sup> )	0,34	0,35	0,37	0,39	0,42
CVE	18,00	19,10	20,38	21,75	23,47
CMMCV					
$X_0$ (m <sup>2</sup> )	0,37	0,38	0,40	0,42	0,44
CVE	13,09	13,70	14,28	14,89	15,78

**Tabela 4** – Coeficientes de variação dos diferentes tamanhos e formas da unidade amostral para coleta de serapilheira acumulada em fragmento de Floresta Estacional Subtropical.

**Table 4** – Coefficients of variation of different sizes and shapes of sampling unit to collect accumulated litter in a subtropical seasonal forest fragment.

Estação	Tamanho e forma da unidade amostral			
	0,375 m <sup>2</sup>		0,50 m <sup>2</sup>	
	0,25 m x 1,50 m	0,50 m x 0,75 m	0,25 m x 2,00 m	0,50 m x 1,00 m
Folha				
Verão	13,31	16,03	12,94	13,98
Outono	15,33	15,68	10,88	14,44
Inverno	21,42	21,5	16,93	20,06
Primavera	13,22	14,3	11,47	14,33
Galho				
Verão	30,73	35,08	22,68	31,22
Outono	30,36	30,29	23,33	26,41
Inverno	22,14	25,42	19,2	24,36
Primavera	24,97	26,88	19,57	24,26
Resíduo				
Verão	18,91	23,59	17,14	21,03
Outono	28,56	31,61	24,78	27,78
Inverno	20,04	20,49	15,64	18,41
Primavera	25,78	27,13	25,11	22,95
Total				
Verão	14,68	18,3	13,79	16,06
Outono	15,76	17,69	12,39	16,02
Inverno	12,37	13,37	11,52	12,84
Primavera	15,17	15,97	14,05	14,47

Observou-se que a maior fração da serapilheira foi composta pelo resíduo, seguido por folhas e galhos (Tabela 1). O componente resíduo abrange todas as estruturas vegetais que não são folhas e galhos, como material em estágio avançado de decomposição ou reprodutivo, o qual não é mais passível de identificação visual quanto a qual fração pertence. Por isso, é esperado que este apresente maior quantidade quando comparada com as frações galhos e folhas. Golley et al. (1978), em seu estudo, verificaram que as folhas são o principal componente da serapilheira, porém esses autores consideraram somente as frações galhos, cascas e folhas, desconsiderando a fração resíduo, a qual se destacou neste estudo, o que justificaria tal disparidade. A maior quantidade de galhos encontrada na estação outono pode estar relacionada à ocorrência de grandes volumes pluviométricos nesse período na região. De acordo com Portela e Santos (2007), a queda de galhos ocorre com maior intensidade em épocas chuvosas, já que chuvas fortes podem provocar perturbação no interior da floresta.

As diferenças encontradas entre as estações do ano podem estar relacionadas às maiores temperaturas observadas nesse período do ano, as quais aceleram o processo de decomposição da serapilheira, fazendo que se eleve a quantidade de material que se enquadra na fração resíduo.

Os elevados valores dos coeficientes de variação refletem a elevada variabilidade no acúmulo da serapilheira das amostras dentro de uma mesma estação de coleta entre os diferentes pontos amostrais, corroborando resultados de Vieira et al. (2010) e Kleinpaul et al. (2005). Os primeiros autores ainda destacaram que esses resultados refletem a elevada heterogeneidade que essa fração possui quanto à sua distribuição sobre o solo, devido à ocorrência de indivíduos senescentes irregularmente distribuídos na área. A deposição de serapilheira ainda pode ser afetada pela densidade de indivíduos na área, o estágio sucessional que o fragmento se encontra e a diversidade de espécies que se encontram e, ainda, a incidência de ventos e chuvas. Assim, áreas dentro do fragmento próximas a clareiras tendem a apresentar maior número de indivíduos e de menor porte ou, até mesmo, apenas indivíduos na regeneração, contribuindo para menor acúmulo de serapilheira. A diversidade de espécies vegetais também influencia, principalmente, se ocorrer um número grande de espécies caducifólias, as quais perdem totalmente as folhas em alguma época do ano.

A variabilidade fica ainda evidenciada pela falta de correlação entre a serapilheira coletada em unidades amostrais contíguas, ou seja, sem qualquer distanciamento entre elas, evidenciado, através dos valores altos dos coeficientes de heterogeneidade da serapilheira (b) e dos baixos valores médios, conforme se observa através dos baixos valores médios dos coeficientes de intercorrelação entre as unidades amostrais (Auto) (Tabela 1). A relação entre o tamanho da unidade amostral e a variabilidade em levantamentos fitossociológicos é fortemente influenciada pela distribuição espacial dos indivíduos. Em geral, as amostras de tamanho suficiente para incluir alguns grupos e alguns vazios mostrarão menor variação que as estimativas feitas com amostras menores, que podem se situar inteiramente dentro de um grupo ou dentro de um vazio (FREESE, 1962). Esse mesmo padrão pode ser adotado para amostragens de serapilheira em fragmentos de floresta nativa, onde a distribuição espacial dos indivíduos também influencia na deposição e acumulação de material vegetal sobre o solo.

O fragmento estudado encontra-se em fase avançada de sucessão, sendo encontradas muitas árvores mortas, principalmente da espécie *Matayba eleagnoides*, o que acarreta a abertura de diversas clareiras no interior do fragmento e influencia a acumulação de material sobre o solo. Assim, a grande variabilidade encontrada neste estudo pode ser resultado da abertura dessas clareiras, fazendo que parcelas alocadas próximas a clareiras antigas apresentem baixa quantidade de serapilheira acumulada devido à ocorrência de indivíduos de menor porte (estágio inicial de sucessão). Já amostras coletadas nos demais locais do fragmento, incluindo clareiras recém-formadas, apresentam maior quantidade de serapilheira depositada devido à ocorrência de indivíduos de grande porte, os quais produzem maior quantidade de material, principalmente folhas e galhos finos.

Quando foram consideradas todas as estimativas de tamanho ótimo para todas as frações e estações (Tabela 3), observou-se que o tamanho ótimo médio encontrado foi de 0,37 m<sup>2</sup>, utilizando o MCM e 0,40 m<sup>2</sup> para CMMCV. Então, parece razoável a utilização de um tamanho único situado entre esses valores. Assumindo como valor ótimo parcelas de tamanho de 0,375 m<sup>2</sup>, seria possível a coleta da serapilheira unidades amostrais de tamanhos de 0,25 m x 1,5 m ou 0,50 m x 0,75 m UBs. Em todos os casos, o uso do primeiro formato, estreito e comprido, apresentou o coeficiente

de variação esperado inferior ao segundo (Tabela 4). O mesmo comportamento pode ser identificado com parcelas de 0,50 m<sup>2</sup>, cujo formato 0,25 m x 2,00 m apresentou coeficientes de variação sempre inferiores ao de formato 0,50 m x 1,00 m (Tabela 4). Esse formato de parcelas, estreitas e compridas, corrobora a recomendação realizada por Pimentel-Gomes (2009) para culturas agrícolas, em que sugere que sejam orientadas no sentido da heterogeneidade do solo previamente identificado.

Em relação à forma de parcelas em levantamentos fitossociológicos em florestas nativas, Daubenmire (1968) afirmou que, devido ao fato de os indivíduos se distribuírem, muitas vezes, em agrupamentos isodiamétricos, parcelas alongadas têm maior probabilidade de interceptar partes de vários agrupamentos sem passar diretamente por eles, enquanto as parcelas isodiamétricas podem cair inteiramente sobre um agrupamento ou inteiramente num espaço entre grupos, tornando os registros tão diversificados, que seria necessário amostrar um número muito grande de parcelas para possibilitar a obtenção de uma média razoável. O mesmo padrão pode ser considerado no caso de clareiras, em que parcelas compridas tendem a interceptá-las, enquanto parcelas quadradas ou próximas a essas formas podem ser alocadas totalmente no interior ou fora delas.

## 5. CONCLUSÃO

Para quantificação de serapilheira e suas frações em Floresta Estacional Subtropical na Região Central do Rio Grande do Sul, recomenda-se a utilização de unidades amostrais de 0,40 m<sup>2</sup>, no formato retangular de 0,25 m x 1,50 m.

## 6. AGRADECIMENTOS

À FAPERGS/PROBIC e à UNIPAMPA/PBDA, pela concessão de Bolsas de Iniciação à Pesquisa.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.M.; CAMPELO JÚNIOR, J.H.; FINGER, J. Determinação do estoque de carbono em teca (*Tectona grandis* L. F.) em diferentes idades. **Ciência Florestal**, v.20, n.4, p. 59-568, 2010.
- CALDEIRA, M.V.W.; VITORINO, M.D.; SCHAADT, S.S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.3, p.513-521, 2015
- Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina**, v.29, n.1, p.53-68, 2008.
- CUNHA, G. C. **Aspectos da Ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Estacional do Rio Grande do Sul**. 1997. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1997.
- DAUBENMIRE, R.F. **Plant communities: a textbook of plant synecology**. New York: Harper and Row, 1968. 300p.
- FEDERER, W. T. **Experimental design: theory and application**. 3. ed. Nova York: Oxford & IBH Publishing, 1977. 593p.
- FORTES, F. O.; LUCIO, A.D.; STORCK, L. Plano amostral para coleta de serapilheira na Floresta Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.38, n.9 p.2512-2518, 2008.
- FREESE, F. **Elementary forest sampling**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1962. 91p. (Handbook, 232).
- GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G.I.; DUEVER, M.J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1978. 256p.
- KLEINPAUL, I.S.; SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; BRUN, K., F.G.; KLEINPAUL, J.J. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* Engelm, *Eucalyptus sp.* e Floresta Estacional Decidual. **Revista Árvore**, v.29, v.6, p.965-972, 2005.
- LESSMAN, K.J.; ATKINS, R.E. Comparisons of planning arrangements and estimates of optimum hill plot for grain sorghum yield tests. **Crop Science**, v.3, p.477-481, 1963.
- LIMA, S.S.; LEITE, L.F.C.; AQUINO, A.M.; OLIVEIRA, F.C.O.; CASTRO, A.A.J.F. Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v.34, n.1, p.75-84, 2010.

MÉIER, V.D.; LESSMAN, K.J. Estimation of optimum field plot shape and size for testing yield in *Crambe abssinica*. **Crop Science**, v.11, n.5, p.648-650, 1971.

PARANAÍBA, P.F.; FERREIRA, D.F.; MORAES, A.R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, v.27, p.255-268, 2009.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15.ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.

PORTELA, R.C.; SANTOS, F.A.M. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira Botânica**, v.30, n.2, p.271-280, 2007.

SCHNEIDER, P.R. **Análise de regressão aplicada à engenharia florestal**. Santa Maria: UFSM, CEPEF, 2009. 236p.

SCHUMACHER, M.V. Produção de biomassa no corte raso em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze de 27 anos de idade em Quedas do Iguaçu, PR. **Ciência Florestal**, v.21, n.1, p.53-62, 2011.

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

STEEL, R.G.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1997. 663p.

VIEIRA, M.; CALDATO, S.L.; ROSA, S.F.; KANIESKI, M.R.; ARALDI, D.B.; SANTOS, S.R.; SCHUMACHER, M.V. Nutrientes na serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual, Itaara, RS. **Ciência Florestal**, v.20, n.4, p.611-619, 2010.