

**NUTRIENTES NA SERAPILHEIRA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL  
DECIDUAL, ITAARA, RS**

**NUTRIENTS IN THE LITTER OF A SEASONAL DECIDUOUS FOREST  
FRAGMENT OF ITAARA, RS**

Márcio Viera<sup>1</sup> Silvana L. Caldato<sup>2</sup> Suzana Ferreira da Rosa<sup>3</sup> Maria Raquel Kanieski<sup>3</sup>  
Dane Block Araldi<sup>3</sup> Sidinei Rodrigues dos Santos<sup>4</sup> Mauro Valdir Schumacher<sup>5</sup>

**RESUMO**

O presente estudo teve por objetivo quantificar a massa e o estoque de nutrientes da serapilheira sobre o solo em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Itaara, RS. Para a quantificação da serapilheira, a amostragem foi realizada conforme frações estabelecidas em metodologias: uma para folhas e galhos com diâmetro menor a 1 cm (S0) e outra para material lenhoso com diâmetro de 1 cm a 3 cm (S1), 3,1 cm a 6 cm (S2) e maior que 6 cm (S3). Para a avaliação da fração S0, foram coletadas aleatoriamente cinquenta amostras com moldura metálica de 25 cm x 25 cm, já para a avaliação das frações S1, S2 e S3, foram distribuídas aleatoriamente dez parcelas de 3 m x 2 m na área de estudo. O material amostrado foi acondicionado e levado ao Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria onde foram secas, pesadas, moídas e analisadas quanto aos teores de macro e micronutrientes. Cerca de 45% da serapilheira depositada sobre o solo é formada por materiais lenhosos senescentes (galhos e troncos). As frações da serapilheira diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ), quanto aos teores de nutrientes, com exceção de Mg e Cu; geralmente a fração S0 apresentou teores mais altos de nutrientes. As frações S1, S2 e S3 apresentaram um acúmulo de nutrientes variando de 53,3% para o K a 8,7% para o Fe em relação ao total da serapilheira, demonstrando a importância da quantificação desses componentes durante a avaliação do estoque de nutrientes contidos na serapilheira de ecossistema florestal.

**Palavras-chave:** fracionamento da serapilheira; floresta nativa; ciclagem de nutrientes.

**ABSTRACT**

The aim of the present study was to quantify aboveground mass and nutrients in a deciduous seasonal forest fragment in the district of Itaara, RS, Brazil. For quantification and fractionation of the litter, sampling was carried out using two methodologies: the first one for leaves and branches with diameter smaller than 1 cm (S0) and the second one for woody material with diameter varying from 1 cm to 3 cm (S1), 3.1 cm to 6 cm (S2), and greater than 6 cm (S3). To evaluate the S0 fraction, 50 randomly sample were collected with a metallic frame of 25 cm x 25 cm, and for S1, S2 and S3 10 plots of 3 m x 2 m were distributed randomly in the area of study. Samples was packed and taken to the Laboratory of Forest Ecology of the Universidade Federal de Santa Maria, where they were dried, weighed, ground and analyzed for nutrient contents. The woody senescent litter represented about 45% of the litter layer. Litter classes differed statistically in relation

1. Engenheiro Florestal, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Bolsista do CNPq. [vieraflorestal@yahoo.com.br](mailto:vieraflorestal@yahoo.com.br)
2. Engenheira Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). [scaldato@yahoo.com.br](mailto:scaldato@yahoo.com.br)
3. Engenheiros Florestais, Doutorandas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
4. Biólogo, Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
5. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). [schumacher@pesquisador.cnpq.br](mailto:schumacher@pesquisador.cnpq.br)

Recebido para publicação em 18/05/2009 e aceito em 9/03/2010

to nutrient content ( $p < 0.05$ ), except for Mg and Cu; usually the S0 fraction presented higher contents. The fractions S1, S2 and S3 showed an accumulation of nutrients ranging from 53.3% to 8.7% K for Fe in the total litter, demonstrating the importance of quantification of these components during the evaluation of nutrient stocks contained in the litter of the forest ecosystem.

**Keywords:** litter fraction; native forest; nutrient cycling.

## INTRODUÇÃO

Atualmente as florestas do estado do Rio Grande do Sul encontram-se em avançado processo de alteração de sua forma original e primitiva. Segundo Longhi et al. (1999), a devastação das florestas, em grande parte, foi causada por uma exploração intensiva de espécies de interesse madeireiro, a qual, com o posterior avanço das fronteiras agrícolas e a derrubada das florestas, reduzindo os maciços florestais nativos a florestas fragmentadas, comprometeram significativamente a diversidade biológica e a conservação desses ecotipos florestais.

Estudos em florestas nativas são de vital importância para o compreensão do comportamento das características intrínsecas ao ecossistema. Devendo ser realizados, antes que esses ecossistemas tenham toda a sua área original alterada pelo homem. Nesse contexto, Hagg (1985) e Balieiro et al. (2004) ressaltaram que para obter parte desse entendimento, deve-se levar em consideração a dinâmica nutricional da floresta, sobretudo em relação à ciclagem de nutrientes que ocorre naturalmente, em parte pela lavagem das copas e troncos das árvores pela água da chuva, que atravessa o dossel da floresta e pela deposição de tecidos senescentes (serapilheira), após a sua decomposição. Esse processo, ciclagem de nutrientes (planta-solo-planta), possibilita o desenvolvimento de florestas em solos com baixos teores nutricionais, além de ser responsável pela manutenção da vegetação em áreas degradadas (KOEHLER et al., 1987; SCHUMACHER et al., 2004).

A serapilheira, componente importante da ciclagem de nutrientes, compreende sobretudo material de origem vegetal (tecidos foliares, galhos, troncos, etc.) e, em menor proporção o de origem animal (restos animais e material fecal) depositados sobre a superfície do solo. Ela atua como um sistema de entrada e saída de nutrientes, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se, com consequente disponibilização de nutrientes que são passíveis de reabsorção pelas raízes das plantas (HAAG, 1985).

A quantidade e a velocidade de disponibilização dos nutrientes presentes na serapilheira dependem especialmente de sua composição química e da estrutura da vegetação. Para alguns autores, a velocidade de disponibilização de nutrientes depende do tipo de solo, da vegetação, da densidade populacional, da habilidade da espécie em absorver, utilizar e translocar os nutrientes antes da senescência foliar, da proporção de estruturas foliares em relação aos demais componentes, do habitat natural (condições edafo-climáticas) e da idade das árvores (KOEHLER, 1989; SCHUMACHER, 1992; NEVES et al., 2001; SCHUMACHER et al., 2004). Dessa forma, cada ecossistema florestal apresentará suas peculiaridades específicas.

Em razão dessas peculiaridades, a ciclagem de nutrientes, nos diferentes ecossistemas florestais, tem sido amplamente estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes nesses ambientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também para buscar informações a respeito de práticas de manejo florestal para a manutenção da biodiversidade em determinado sítio florestal (SOUZA e DAVIDE, 2001).

Entretanto a maioria desses estudos em ecossistemas florestais levam em consideração apenas a fração da serapilheira composta por tecidos foliares e não a formada por galhos e/ou partes de troncos que também poderiam contribuir significativamente na disponibilidade total de nutrientes no solo. Com isso, o objetivo deste trabalho foi fracionar e quantificar toda a serapilheira depositada sobre o solo e os nutrientes nela contidos em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Itaara, RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização da área de estudo

O presente estudo foi realizado em uma fazenda pertencente à Brigada Militar do estado do Rio Grande do Sul (CETRAPA – Centro de Estudos

e Treinamento, Reprodução Animal e Proteção Ambiental) no município de Itaara, RS.

O município de Itaara (Figura 1) está localizado na Serra de São Martinho, com uma extensão territorial de 132,6 km<sup>2</sup>, estando situado a 29° 30' 15,2" de latitude Sul e 53° 46' 06,5" de longitude Oeste, com altitude média de 400 metros em relação ao nível do mar.

O clima da região caracteriza-se como subtropical úmido, do tipo "Cfa", segundo a classificação de Köppen, pela ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, possuindo a

temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio inferior a 3°C, com precipitação variando entre 1.700 e 1.800 milímetros anuais (MORENO, 1961).

O solo na área experimental (Tabela 1) é classificado como Neossolo Litólico eutrófico típico, com textura média, relevo forte ondulado e substrato basáltico (STRECK et al., 2008), apresentando uma sequência de horizontes A/R. Os teores de matéria orgânica são médios, o fósforo disponível é baixo e o pH é baixo (MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM, 2004).

TABELA 1: Características químicas do solo sob Floresta Estacional Decidual em Itaara, RS.

TABLE 1: Chemical characteristics of soil under Seasonal Deciduous Forest in Itaara, RS.

Prof. (cm)	Arg. M.O.		pH H <sub>2</sub> O	CTC <sub>eft</sub>	Al	Ca	Mg	H+Al	Sat. (%)	
	g kg <sup>-1</sup>								Bases	Al
0-10	135	51	5,5	7,1	0,0	4,8	2,0	4,6	59,0	0,0
10-20	183	31	5,5	7,0	0,2	4,7	2,0	5,2	54,7	2,3

Prof. (cm)	K	P	Zn	Cu	S	B	Fe	Mn
0-10	143,0	3,6	4,3	0,1	13,5	0,7	9,3	73,6
10-20	50,7	2,2	1,1	0,2	11,3	0,7	16,3	42,7

Fonte: Vogel (2005)

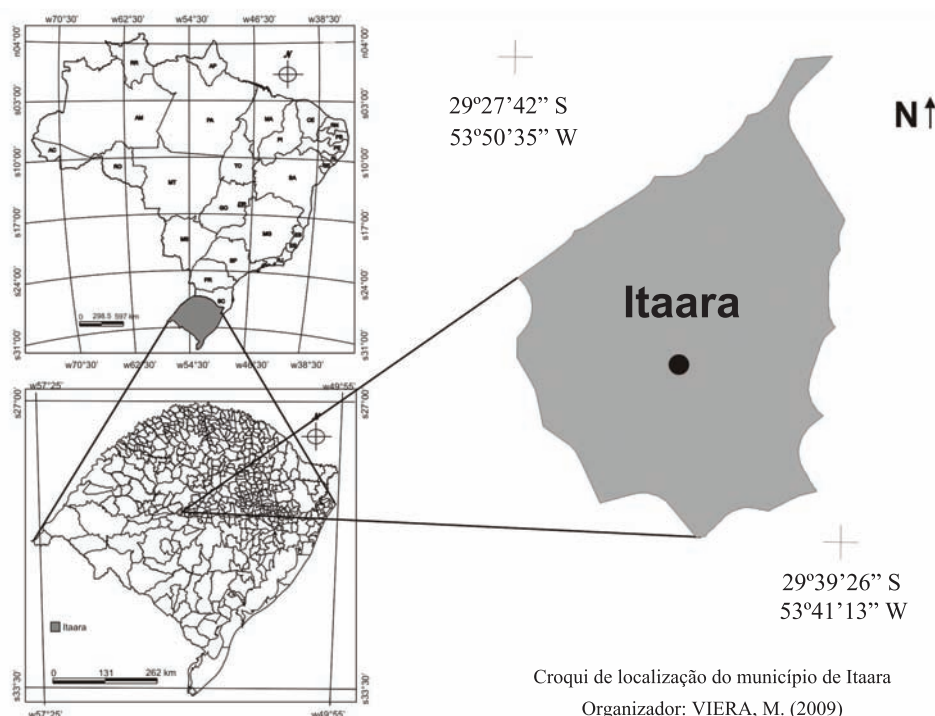


FIGURA 1: Localização do município de Itaara, RS.

FIGURE 1: Location of the municipality of Itaara, RS.

A vegetação na área de estudo apresenta-se em estado de degeneração pela constante presença de animais bovinos na área, acarretando a abertura de clareiras e queda de árvores. O fragmento encontra-se em estágio secundário de sucessão, com aproximadamente 70 anos de idade. As famílias Leguminosae, Euphorbiaceae e Sapindaceae apresentaram os maiores índices de valor de importância, enquanto que o maior número de espécies ocorre na família Myrtaceae (GREFF et al., 2006).

Segundo o estudo de Longhi e Greff (2006), as espécies arbóreas de maior frequência no Fragmento Florestal em estudo são: *Allophylus edulis* (A. St.-Hil. et al.) Radlk., *Caliandra tweediei* Benth., *Cupania vernalis* Cambess., *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton, *Eugenia hyemalis* Cambess., *Helietta apiculata* Benth., *Lithraea brasiliensis* Marchand, *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Luehea divaricata* Mart. et Zucc., *Matayba eleagnoides* Radlk., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Ocotea puberula* (A. Rich.) Ness, *Ocotea pulchella* Mart., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Cordia americana* L., *Quillaja brasiliensis* (A. St.-Hill. et Tul.) Mart., *Sebastiania brasiliensis* Spreng. e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. et Downs, entre outras.

## Metodologia

Em maio de 2008, foram coletadas amostras de serapilheira usando-se métodos específicos para (a) estruturas foliares senescentes e galhos menores que 1 cm de diâmetro (S0) e (b) galhos e troncos com diâmetro igual e/ou superior a 1 cm. O material foi classificado (fracionado) em classes diamétricas, da seguinte maneira: galhos finos e troncos, com diâmetro compreendido entre 1 e 3 cm (S1); galhos médios e troncos, com diâmetro entre 3,1 a 6 cm (S2); e por fim galhos grossos e troncos caídos sobre o solo, com diâmetro superior a 6 cm (S3). A amostragem seguiu distribuição aleatória conforme especificações de amostragens de Soares et al. (2006).

Para S0, foram coletadas cinquenta amostras utilizando-se uma moldura quadrada e metálica com 25 cm de lado, resultando em uma superfície útil de coleta em cada amostra de 0,0625 m<sup>2</sup>. Para a coleta das amostras nas outras classes (S1 – S3) foram demarcadas dez parcelas retangulares de 3,0 m x 2,0 m, resultando em uma superfície útil de coleta em cada amostra de 6,0 m<sup>2</sup>. Nessas parcelas, com o

auxílio de um gabarito, todo o material lenhoso com diâmetro igual e/ou superior a 1 cm foi classificado de acordo com a sua classe diamétrica.

Todo o material resultante da amostragem de cada ponto de coleta foi acondicionado em balde plástico e pesado em balança digital com precisão de 1 g. Em seguida, foi retirada uma subamostra homogênea com cerca de 200 g (massa úmida). As subamostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e conduzidos ao Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria.

Em laboratório, as amostras foram limpas (retirada de partículas de solo) transferidas para embalagem de papel e secas em estufa de circulação e renovação de ar a 70°C, permanecendo por um período de 72 horas, até adquirir peso constante. Após esse período, foi determinado o peso seco de cada amostra por meio de balança digital com precisão de 0,01 g. Com base na massa seca determinada em laboratório e da massa úmida determinada a campo, obteve-se o teor de umidade (%) com o qual estimou-se a biomassa seca total para cada amostra por unidade de área (ha).

Para a análise dos teores de nutrientes na serapilheira (classe S0) depositada sobre o solo, foram constituídas amostras compostas da seguinte maneira: de cada cinco amostras simples (escolhidas ao acaso), após homogeneização, foi retirada uma subamostra, totalizando dez subamostras para análise química. Para as amostras originadas das demais classes, não foram feitas amostras compostas. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 20 mesh para a análise química.

A determinação dos teores de nutrientes seguiram as metodologias descritas por Tedesco et al. (1995), dessa forma, o nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl (digestão sulfúrica = H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), fósforo e boro por espectrofotometria (P por digestão nítrica-perclórica e B por digestão seca), potássio por fotometria de chama, enxofre por turbidimetria e o cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco por espectrometria de absorção atômica (todos por digestão nítrica-perclórica).

Por meio da multiplicação dos teores de nutrientes pela biomassa seca, estimou-se a quantidade de nutrientes contida na serapilheira acumulada sobre o solo no fragmento florestal estudado.

Para a análise estatística, aplicada à quantidade de serapilheira e aos teores de nutrientes,

o delineamento experimental considerado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições. Os tratamentos constituíram-se das frações da serapilheira (S0, S1, S2 e S3). Aplicaram-se os testes de homogeneidade de variâncias de Bartlett e de normalidade dos erros de Lilliefors nos resultados para a verificação de sua validação pelos pressupostos da análise de variância. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2001) ao nível de 5% de probabilidade de erro para a comparação das médias, utilizou-se o teste de Tukey (ZIMMERMANN, 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Serapilheira acumulada

A quantidade de serapilheira depositada sobre o solo (Tabela 2) no fragmento de Floresta Estacional Decidual foi de 19,93 Mg ha<sup>-1</sup>, sendo constituída por 55% de folhas e galhos com diâmetro menor que 1 cm (S0); 18% por galhos e troncos com diâmetro entre 3,1 e 6 cm (S2); 17% por galhos e troncos com diâmetro entre 1 e 3 cm (S1); e 10% por galhos e troncos com diâmetro maior de 6 cm (S3). A biomassa das frações de material lenhoso (S1, S2 e S3) não diferiram significativamente entre si, mas foram inferiores à fração S0.

As frações S1, S2 e S3 apresentaram elevados coeficientes de variação, demonstrando a heterogeneidade de sua distribuição espacial sobre o solo florestal, corroborando com Kleinpaul et al. (2005), os quais indicam que a distribuição de galhos na serapilheira ocorre de forma heterogênea. Essa heterogeneidade de distribuição de galhos na

serapilheira deve resultar da presença de indivíduos senescentes ou em processo de senescência com distribuição irregular no fragmento.

Outros estudos realizados em diferentes fragmentos de Floresta Estacional no estado do Rio Grande do Sul demonstram valores inferiores de serapilheira depositada à deste trabalho, como o de Cunha (1997) em diferentes estágios de sucessão: fase intermediária da sucessão, com 13 anos; fase avançada da sucessão, com 19 anos e floresta secundária, com mais de 30 anos, nas quais foram encontrados os seguintes valores: 4,2; 5,6 e 6,0 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Brun et al. (2001) encontraram para a fase avançada da sucessão um acúmulo de 5,1 Mg ha<sup>-1</sup>, para a floresta secundária 5,7 Mg ha<sup>-1</sup> e floresta madura 7,1 Mg ha<sup>-1</sup>.

Esse valor bem-superior a outros estudos, com a mesma tipologia florestal, se deve em parte à metodologia adotada para as coletas da serapilheira, pois normalmente se utilizam molduras com dimensões muito pequenas, com os quais, apenas se coleta materiais de pequeno porte, como folhas e galhos finos, não amostrando significativamente as frações de maior tamanho e/ou espessura. Além disso, outro fator preponderante que deve ser considerado é o grau de perturbação em que se encontra o fragmento florestal em questão.

### Nutrientes na serapilheira depositada sobre o solo

Na Tabela 3, verificam-se os teores de nutrientes presentes nas diferentes frações da serapilheira. Com exceção ao K, Mg e Cu, os demais nutrientes na serapilheira formada por folhas + galhos com diâmetro inferior a um centímetro foi

TABELA 2: Frações da serapilheira sobre o solo em um fragmento de Floresta Estacional Decidual em estágio de sucessão secundária (70 anos), Itaara, RS.

TABLE 2: Aboveground litter fractions in a fragment of Seasonal Deciduous Forest in the stage of secondary succession (70 years old), Itaara-RS.

Variáveis/Frações	S0	S1	S2	S3	Total
Biomassa (kg ha <sup>-1</sup> )	10.923,9a	3.441,2b	3.656,4b	1.798,2b	19.819,7
%	55,1	17,4	18,4	9,1	100,0
Desvio-padrão	2.634,7	2.097,7	1.650,2	1.152,8	-
CV (%)	24,1	61,0	45,1	64,1	-

Em que: S0 = folhas + galhos com diâmetro menor que 1 cm; S1, S2 e S3 = material lenhoso com diâmetro de 1 cm a 3 cm, 3,1 cm a 6 cm e > 6 cm respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

superior estatisticamente ( $p < 0,05$ ) em relação ao material lenhoso, com diâmetro, igual ou superior a um centímetro. Evidenciando a tendência em que a maioria dos nutrientes concentra-se nas estruturas mais novas da planta, mesmo após a senescência dos tecidos. Essa tendência é relatada por Golley (1983) e por Haag (1985) em diferentes ecossistemas florestais naturais. Segundo esses autores, isso ocorre pelo fato de que, nas folhas (estruturas mais novas), há uma maior atividade metabólica, necessitando, dessa forma, maior disponibilidade de nutrientes.

Além do mais, segundo Ferri (1985), a maioria dos nutrientes possuem mobilidade média/alta dentro da planta e, dessa forma, tendem a se concentrar nos órgãos mais novos, como ocorre marcadamente para o nitrogênio. Esse elemento participa da maioria das reações de metabolismo de compostos (aminoácidos, proteínas, amins, amidas, vitaminas, etc.), as quais têm seu sítio de ocorrência principal nas folhas, em virtude da ocorrência da fotossíntese (MALAVOLTA, 1985; EPSTEIN e BLOOM, 2006).

O elemento Ca também apresentou teores superiores na serapilheira sobre o solo, em relação aos demais nutrientes. Segundo Clevelário Jr. (1996 apud BOREM e RAMOS, 2002), o enriquecimento em cálcio na serapilheira pode ser decorrente de uma liberação mais lenta desse elemento pelo material recém-caído, da retranslocação de outros

elementos antes da abscisão e/ou consequência da retenção de Ca contido na trans-precipitação (chuva que atravessa o dossel) pela serapilheira. O cálcio tem baixa mobilidade na planta (MALAVOLTA et al., 1997) e fica armazenado em forma de cristais na folha, mesmo no material em senescência (NEVES et al., 2001; DIAS et al., 2002).

Os teores elevados de Fe e Mn encontrados neste estudo podem ser decorrentes das altas concentrações desses elementos no solo e/ou da contaminação das amostras com partículas de solo. A contaminação da serapilheira poderia ser causada pela aderência do solo aos resíduos vegetais, sendo de difícil separação (mesmo com a limpeza), pela presença de resíduos vegetais em avançado processo de decomposição.

Na Tabela 4, verifica-se a quantidade de nutrientes armazenada nas diferentes frações de serapilheira. A fração folhas e galhos finos, em virtude de sua predominante biomassa, apresentaram participação relativa, no acúmulo de nutrientes, variando de 46,7% para potássio até 74,3% para fósforo, entre os macronutrientes, e de 52,7% para cobre até 91,3% para ferro, entre os micronutrientes. As demais frações, apesar de apresentarem significativas concentrações de alguns elementos na massa seca, apresentaram menor contribuição na quantidade total de nutrientes contido na serapilheira, em virtude de sua inferior biomassa.

TABELA 3: Teores de nutrientes na serrapilheira sobre o solo, num fragmento de Floresta Estacional Decidual, Itaara, RS.

TABLE 3: Nutrient contents in the litter above the soil in a fragment of Seasonal Deciduous Forest, Itaara, RS.

Frações	Macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> )						Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
S0	20,5 <sup>A</sup> (±1,0)	0,7 <sup>A</sup> (±0,0)	1,7 <sup>B</sup> (±0,2)	19,5 <sup>A</sup> (±3,7)	2,4 <sup>A</sup> (±0,3)	1,1 <sup>A</sup> (±0,2)	29,6 <sup>A</sup> (±1,5)	6,0 <sup>A</sup> (±1,5)	3797,2 <sup>A</sup> (±1609,0)	394,8 <sup>A</sup> (±48,8)	30,5 <sup>A</sup> (±3,6)
S1	10,6 <sup>B</sup> (±1,7)	0,3 <sup>B</sup> (±0,1)	1,7 <sup>B</sup> (±0,9)	14,7 <sup>B</sup> (±3,7)	2,0 <sup>A</sup> (±0,5)	0,5 <sup>B</sup> (±0,2)	17,5 <sup>B</sup> (±1,7)	7,4 <sup>A</sup> (±1,2)	494,6 <sup>B</sup> (±284,7)	150,7 <sup>B</sup> (±76,4)	17,8 <sup>B</sup> (±9,7)
S2	8,3 <sup>C</sup> (±1,7)	0,3 <sup>B</sup> (±0,1)	2,2 <sup>AB</sup> (±1,0)	9,1 <sup>C</sup> (±2,4)	1,8 <sup>A</sup> (±0,6)	0,4 <sup>B</sup> (±0,1)	16,3 <sup>BC</sup> (±4,1)	6,3 <sup>A</sup> (±1,4)	579,1 <sup>B</sup> (±640,4)	104,8 <sup>B</sup> (±55,1)	11,0 <sup>B</sup> (±3,5)
S3	6,8 <sup>C</sup> (±1,6)	0,3 <sup>B</sup> (±0,1)	3,4 <sup>A</sup> (±2,5)	7,3 <sup>C</sup> (±2,3)	2,0 <sup>A</sup> (±1,0)	0,3 <sup>B</sup> (±0,1)	12,9 <sup>C</sup> (±4,0)	5,9 <sup>A</sup> (±1,8)	268,1 <sup>B</sup> (±272,5)	109,9 <sup>B</sup> (±89,5)	14,7 <sup>B</sup> (±8,7)

S0 = folhas + galhos com diâmetro menor que 1 cm; S1, S2 e S3 = material lenhoso com diâmetro de 1 cm a 3 cm, 3,1 cm a 6 cm e > 6 cm respectivamente. \*\* Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. \*\*\* Valores entre parênteses, referem-se ao desvio-padrão da média.

TABELA 4: Estoque de nutrientes nas diferentes frações de serrapilheira sobre o solo, num fragmento de Floresta Estacional Decidual, Itaara, RS.

TABLE 4: Nutrient stock in the different fractions of litter above the soil in a fragment of Seasonal Deciduous Forest, Itaara, RS.

Frações	Macronutrientes (kg ha <sup>-1</sup> )						Micronutrientes (g ha <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
S0	223,5 (73,7)	7,8 (74,3)	18,7 (46,7)	212,7 (69,5)	26,5 (61,3)	11,5 (77,1)	323,7 (69,4)	65,1 (52,7)	41.480,0 (91,3)	4.312,5 (80,4)	333,6 (72,9)
S1	35,6 (11,7)	1,1 (10,8)	6,0 (15,0)	48,5 (15,9)	7,4 (17,1)	1,5 (10,0)	61,3 (13,1)	26,2 (21,2)	1.880,9 (4,1)	538,5 (10,0)	64,0 (14,0)
S2	31,0 (10,2)	1,1 (10,1)	8,7 (21,7)	32,5 (10,6)	6,4 (14,7)	1,3 (8,9)	58,8 (12,6)	22,2 (18,0)	1.644,2 (3,6)	371,5 (6,9)	38,8 (8,5)
S3	13,3 (4,4)	0,5 (4,8)	6,6 (16,5)	12,1 (4,0)	3,0 (6,9)	0,6 (4,0)	22,5 (4,8)	10,0 (8,1)	449,7 (1,0)	140,2 (2,6)	21,6 (4,7)
Total	303,4	10,5	40,0	305,8	43,3	14,9	466,2	123,4	45.454,7	5.362,8	457,9

S0 = folhas + galhos com diâmetro menor que 1 cm; S1, S2 e S3 = material lenhoso com diâmetro de 1 cm a 3 cm, 3,1 cm a 6 cm e > 6 cm respectivamente. Valores entre parênteses, referem-se à porcentagem de cada fração em relação ao total de nutrientes na serapilheira sobre o solo.

Em razão dos maiores teores de cálcio e nitrogênio na serapilheira, esses nutrientes apresentaram as maiores quantidades nos diferentes materiais depositados sobre o solo. A quantidade de Ca + N corresponde a mais de 84% do total de macronutrientes contidos na serapilheira sobre o solo. A soma do conteúdo de Mn e Fe corresponde a aproximadamente 98% do total de micronutrientes.

A magnitude total do conteúdo de macronutrientes na serapilheira foi de: Ca = N > Mg > K > S > P. Essa sequência é similar a mencionada por Haag (1985) em diversos estudos, havendo apenas a inversão entre as quantidades de N e Ca, ocasionada pelo maior conteúdo de Ca nos materiais lenhosos, os quais não foram considerados pelo autor supracitado. Dentre os micronutrientes o ferro apresentou a maior acumulação, em parte por causa da sua maior concentração, em relação aos demais nutrientes. A magnitude de acúmulo de micronutrientes na serapilheira no fragmento de Floresta Estacional Decidual foi de: Fe > Mn > B > Zn > Cu.

## CONCLUSÕES

A serapilheira acumulada sobre o solo em um fragmento de Floresta Estacional Decidual é formada por 45% de materiais lenhosos senescentes (galhos e troncos).

A fração S0 (galhos finos e folhas) apresentou maiores teores de nutrientes em relação às demais frações lenhosas.

As frações formadas por galhos e troncos apresentaram um acúmulo significativo de nutrientes em relação ao total da serapilheira acumulada, demonstrando a importância da quantificação desses componentes durante a avaliação do estoque de nutrientes contido na serapilheira sobre o solo num ecossistema florestal.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Brigada Militar por ceder a área em que foi realizado o presente estudo, localizada no Centro de Estudos e Treinamento, Reprodução Animal e Proteção Ambiental (CETRAPA) no município de Itaara, RS.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALIEIRO, F. C., et al. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 597-601, jun. 2004.
- BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Cerne**, Lavras,

- v. 8, n. 2, p. 042-059, jul./dez. 2002.
- BRUN, E. J. et al. Decomposição da serapilheira produzida em três fases sucessionais de Floresta Estacional Decidual no RS. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** PPGEF: UFSM, 2001. 1 CD ROM.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, jan./mar. 2008.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes** - Aplicativo Computacional em Genética e estatística. Versão 2001.0.0 for Windows, 2001.
- 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 em Engenharia Florestal)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, 1997.
- DIAS, H. C. T. et al. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Lavras, Minas Gerais - Brasil. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 001-016, jul./dez. 2002.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Ed. Planta, 2006. 403 p.
- FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal** 1. 2. ed. São Paulo: EPU, 1985. 362 p.
- GOLLEY, F. B. Nutrient cycling and nutrient conservation. In: **Tropical forest ecosystems: structure and function**. Amsterdam: Elsevier, p. 137-156, 1983.
- GREFF, L. T. B. et al. Estrutura fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual no município de Itaara, RS. In: SIMPOSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, 4., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2006. 1 CD-ROM.
- HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144 p.
- KLEINPAUL, I. S. et al. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliotti* Engelm, *Eucalyptus* sp. e Floresta Estacional Decidual. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 965-972, nov./dez. 2005.
- KOEHLER, C. W.; REISSMANN, C. B.; KOEHLER, H. S. Deposição de resíduos orgânicos (serapilheira) e nutrientes em plantio de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**. Curitiba, v. 9, p. 89-96, jan./dez. 1987.
- KOEHLER, W. C. **Variação estacional de deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa-PR**. 1989. 138 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Paraná, Curitiba, 1989.
- LONGHI, S. J. et al. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria - Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 115-133, jan./jun. 1999.
- LONGHI, S. J.; GREFF, L. T. B. Distribuição de espécies arbóreas em relação a parâmetros ambientais em uma Floresta Estacional Decidual no município de Itaara, RS. **Relatório de Iniciação Científica** (CNPq/Pibic). 2006. 16 p.
- MALAVOLTA, E. Absorção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal** 1. São Paulo : EPU, 1985. p. 77-116.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.
- NEVES, E. J. M.; MARTINS, E. G.; REISSMANN, C. B. Deposição de serapilheira e de nutrientes de duas espécies da Amazônia. **Boletim de pesquisa florestal**, Colombo, n. 43, p. 47-60, 2001. (Edição Especial).
- SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torrelliana* F. Mesell**. 1992. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, 1992.
- SCHUMACHER, M. V. et al. Fracionamento da serapilheira em três espécies de eucalipto no município de Santa Maria -RS: *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus cloesiana* e *Eucalyptus grandis*. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONESUL, 2., Santa Maria, 2002, p.173-180.



- SCHUMACHER, M. V. et al. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (bertol.) kuntze no município de Pinhal Grande - RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 29-37, jan./fev. 2004.
- SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: UFV. 2006. 276 p.
- SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 101-113, jan./jun. 2001.
- STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222 p.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS. 1995. 118 p. (Boletim Técnico).
- VOGEL, H. L. M. **Quantificação da biomassa e nutrientes em uma floresta Estacional Decidual em Itaara, RS, Brasil**. 2005. 94 f. (Tese – Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 402 p.