

Deposição de serapilheira e macronutrientes em povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden sobre pastagem natural degradada no Bioma PampaLitterfall and macronutrients in a *Eucalyptus dunnii* stand  
in a degraded pasture in Pampa Biome, South BrazilRobson Schaff Corrêa<sup>1</sup>, Mauro Valdir Schumacher<sup>2</sup> e Dione Richer Momolli<sup>3</sup>**Resumo**

Novas áreas de plantio de florestas surgiram no estado do Rio Grande do Sul nos últimos anos, algumas na região do Bioma Pampa, em solos arenosos e baixa fertilidade. Em um ambiente degradado pelo pastoreio avaliou-se a deposição, concentração e aporte de macronutrientes nas frações folhas, miscelânea (galhos finos, diâmetro  $\leq 0,5$  cm; casca e material reprodutivo) e galhos grossos (diâmetro  $> 0,5$  cm) da serapilheira de um povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden, além da realização de inferências acerca da deposição de serapilheira. Foram dispostos 16 coletores de  $0,5 \text{ m}^2$  para quantificação da deposição das frações folha e miscelânea e 16 áreas de coleta de  $7 \text{ m}^2$  para avaliação da deposição da fração galho grosso. As amostras recolhidas foram secas em estufa a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  e analisadas quimicamente para N, P, K, Ca, Mg e S no Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. A deposição de serapilheira foi maior na primavera e verão e a fração folhas correspondeu a 93% da deposição. Variáveis climáticas de temperatura se correlacionaram com a deposição de serapilheira. As concentrações dos macronutrientes foram mais elevadas na fração folha e o maior aporte foi de Ca e o menor aporte de P. Ambientes como o do presente estudo são adequados à eucaliptocultura desde sejam consideradas as limitações por deficiências nutricionais do solo.

**Palavras-chave:** ciclagem de nutrientes, nutrição florestal, silvicultura, eucalipto.

**Abstract**

New areas have been used for commercial forest in the Rio Grande do Sul State, South Brazil, in the last years, some in the Pampa Biome, in sandy soils of low fertility. In this environment degraded by grazing our goal was to evaluate the macronutrients cycling by assessing the litterfall, concentration and input of macronutrients in litterfall and its fractions (leaves; rest – twigs with diameter  $\leq 0.5$  cm + bark and reproductive material; and coarse branches – diameter  $> 0.5$  cm). We have also assessed the seasonality of litterfall. Sixteen litter traps ( $0.5 \text{ m}^2$ ) were placed to quantify the litterfall and 16 squares ( $7 \text{ m}^2$ ) were demarked to collect coarse litterfall. The samples were dried at  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  and chemically analyzed for N, P, K, Ca, Mg and S in the Laboratório de Ecologia Florestal from Universidade Federal de Santa Maria. Litterfall was higher in spring and summer and leaf litterfall showed the highest contribution (93%) to total deposition. The temperature was correlated with the litterfall. The macronutrient concentrations were higher in the leaf litterfall. The largest input occurred to Ca and the lowest to P. These dystrophic environments are adequate to culture of eucalypts, but the soil low fertility need to be taken into account.

**Keywords:** nutrients cycling, forest nutrition, silviculture, eucalypt.

**INTRODUÇÃO**

Em meados de 2005 iniciou-se um novo ciclo de investimentos em florestas no estado do Rio Grande do Sul, que resultou em um aumento médio anual de 12% na área plantada com eucalipto, partindo de 153 mil ha em 2004 para

280 mil ha em 2011 (ABRAF, 2009 e 2012). Estes novos plantios foram feitos em locais onde até então não havia área significativa com silvicultura, como no Bioma Pampa.

Nesses ambientes, que abrangem solos distróficos lixiviados (MARCHIORI, 2002), necessita-se aumentar o entendimento acerca da

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal. Professor Doutor Curso de Engenharia Florestal. UFGO - Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí (UFG/CAJ). Unidade Jatobá, Rodovia BR 364, Km 192, CEP 75801-615, Jataí-GO. E-mail: [schaffcorrea@yahoo.com.br](mailto:schaffcorrea@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Professor Doutor, Departamento de Ciências Florestais. UFSM - Universidade Federal de Santa Maria / CCR – Laboratório de Ecologia Florestal – Av. Roraima, 1000 – Prédio 44 – Sala 5268 – CEP 97105-900 – Santa Maria – RS. E-mail: [mvschumacher@gmail.com](mailto:mvschumacher@gmail.com)

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Florestal. UFSM. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria / CCR – Laboratório de Ecologia Florestal – Av. Roraima, 1000 – Prédio 44 – Sala 5268 – CEP 97105-900 – Santa Maria – RS. E-mail: [dionemomolli@gmail.com](mailto:dionemomolli@gmail.com)

ciclagem de nutrientes que acontece ao longo da rotação dos povoamentos. A ciclagem de nutrientes refere-se à transferência dos minerais acumulados na biomassa vegetal para o solo, adicionados, principalmente, através da queda de resíduos da parte aérea, os quais irão formar a serapilheira (BARBOSA, 2000; FASSEBENDER, 1993; GAMA-RODRIGUES, 1997; KRAMER; KOZLOWSKI, 1960). A compreensão do ciclo dos nutrientes, envolvendo velocidade de fluxo, entradas e saídas, interação solo-planta, distribuição nos componentes da parte aérea e do sistema radicular ao longo do tempo, é fundamental para a definição de tecnologias de manejo florestal, particularmente na definição de dose, método e época de aplicação de fertilizantes (GONÇALVES *et al.*, 2000).

*Eucalyptus dunnii* é pouco estudada quanto à ciclagem de nutrientes, apesar de ser uma espécie potencialmente apta para o Sul do Brasil, suportando até -5 °C (MORA; GARCIA, 2000) e apresentando bom crescimento, podendo comumente superar os 40 m de altura no país de origem (TURNBULL; PRYOR, 1984). No Brasil, face ao elevado crescimento das plantações, as necessidades nutricionais dos povoamentos de eucalipto são elevadas e já no primeiro ano podem corresponder a até 65% do requerimento máximo anual de nutrientes. Neste aspecto a ciclagem interna de nutrientes tem papel predominante frente à ciclagem geoquímica (LACLAU *et al.*, 2010).

Assim, o objetivo do presente estudo foi quantificar a deposição, concentração e aporte de macronutrientes em um povoamento de *Eucalyptus dunnii* em área degradada pelo pastoreio no Bioma Pampa, sul do Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no município de Alegrete, RS. Na região o clima é subtemperado úmido, com temperatura média anual de 18,6 °C, precipitação média anual de 1.574 mm e com verões podendo apresentar período de seca (MALUF, 2000). O projeto RADAMBRASIL classificou a vegetação natural como Savana Estépica, a qual revestia terrenos areníticos e solos distróficos lixiviados (MARCHIORI, 2002). O relevo regional varia de plano a ondulado, com formação de coxilhas, afloramentos rochosos e solos arenosos, predominando Latossolo Vermelho Distrófico típico na área de estudo (EMBRAPA, 2006; SILVICONULT, 2007a,b). No talhão onde o plantio foi feito havia campo

alterado/degradado pela agricultura e pastoreio, raramente apresentando focos de arenização.

O povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden foi plantado com espaçamento entre plantas de 2,0 m x 3,5 m, com realização prévia de controle de formigas, aplicação de herbicida em área total, subsolagem, irrigação e capinas na linha e entrelinha. Para suprir as necessidades nutricionais básicas das plantas foi feita fertilização com 300 kg ha<sup>-1</sup> de Fosfato Natural Gafsa em linha contínua no preparo do solo. Aos 15 dias após o plantio foram aplicados em cobertura 140 kg ha<sup>-1</sup> de adubo NPK 06-30-06 + 0,3% de boro incorporados ao solo próximo da muda. Aos 40 e 90 dias após o plantio foram aplicados mais 120 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 22-01-18 + 0,3% de boro + 0,2% de cobre por aplicação.

Foram demarcadas, de maneira sistemática, quatro parcelas medindo 20 m x 21 m. Em cada parcela avaliou-se quinzenalmente a deposição da serapilheira fina através de quatro coletores formados por uma moldura de madeira com 0,5 m<sup>2</sup> de área útil e com fundo de tela plástica com malha de 2 mm. Os coletores foram instalados próximos a uma árvore de DAP médio nas posições linha, entrelinha, diagonal e encostado ao tronco de uma árvore. A serapilheira fina armazenada nos coletores foi separada em laboratório nas frações folhas e miscelânea (galhos finos – menores ou iguais a 0,5 cm de diâmetro, casca e material reprodutivo). Para a avaliação da deposição da fração galhos grossos (diâmetro maior que 0,5 cm) foram instaladas, em cada parcela, quatro áreas de coleta com área útil de 7 m<sup>2</sup> cada. Duas destas áreas tinham uma árvore de DAP médio ao centro; uma das áreas tinha uma árvore de DAP médio mais um desvio padrão ao centro e uma das áreas tinha ao centro uma árvore de DAP médio menos um desvio padrão.

Para a obtenção de valores mensais, o tecido vegetal coletado na primeira quinzena do mês foi armazenado até a coleta da segunda quinzena, ao qual foi misturado. Após, as amostras da fração folhas e da fração miscelânea foram obtidas pela mistura do tecido vegetal proveniente de todos os coletores localizados em uma mesma parcela. Para a obtenção das amostras da fração galhos grossos foram unidos o tecido vegetal proveniente das áreas de coleta de uma mesma parcela.

As amostras da fração galhos grossos foram limpas para retirada de solo. Todas as amostras foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 70 °C até peso constante e pesadas em balança de precisão ( $\pm$  0,01 g) no Laboratório

de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. A deposição de serapilheira foi estimada dividindo-se a massa de tecido vegetal coletado (kg) pela respectiva área de coleta (ha). Para estimar o valor médio de serapilheira depositado em cada parcela foi feita a média aritmética da deposição para cada fração e total de serapilheira produzida.

Para verificação da deposição de macronutrientes foi feita a determinação das concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S para cada amostra. O aporte dos nutrientes foi calculado multiplicando-se a concentração dos nutrientes pela deposição em cada fração.

Os tratamentos aplicados foram as estações do ano. Para isto, todos os resultados mensais foram agrupados com base nas estações climáticas do ano: outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto e setembro), primavera (outubro, novembro e dezembro) e verão (janeiro, fevereiro e março). A deposição de serapilheira e o aporte de macronutrientes resultaram da soma dos dados mensais e a concentração dos macronutrientes foi feita pela média dos dados mensais.

As avaliações foram realizadas durante um ano, iniciando-se em abril de 2010, quando o povoamento estava com 16,5 meses de idade, e terminando em março de 2011, aos 28,5 meses de idade. O povoamento também foi inventariado aos 15 e 27 meses de idade para a determinação dos parâmetros dendrométricos e estimativa do volume cilíndrico do tronco (madeira + casca).

Também foi realizada uma caracterização edáfica do local através da coleta de amostras de solo em três trincheiras próximas às parcelas de estudo, nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm de profundidade.

Todas as análises de tecido vegetal e solo foram realizadas no Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM. A metodologia de análise de amostras de tecido vegetal foi adaptada de Miyazawa *et al.* (1999) e Tedesco *et al.* (1995). A determinação de N foi feita pelo método Kjeldahl em aparelho Büchi, modelo Autokjeldahl K-370, com digestão sulfúrica ( $H_2SO_4 + H_2O_2$ ) prévia. Para P, K, Ca, Mg e S foi feita digestão nítrico-perclórica ( $HNO_3 + HClO_4$  na razão 3:1). A determinação de Ca e Mg foi por espectrofotometria de absorção atômica, em aparelho Perkin Elmer modelo Analyst 200, K por fotometria de chama, em aparelho Digimed modelo DM-62, P por espectrofotometria, em aparelho Unico, modelo 2100, e S por turbidimetria, no mesmo equipamento.

A análise de amostras de solo foi feita segundo a metodologia de Tedesco *et al.* (1995). O pH foi determinado em água na proporção solo-água de 1:2,5 através de potenciometria (pHmetro Denver MR10P); a argila foi determinada por densimetria após dispersão com NaOH; o teor de H + Al foi determinado pelo método SMP (pHmetro Denver MR10P); a matéria orgânica do solo foi determinada por combustão úmida com  $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ , através de espectrofotometria (Unico 2100); Al trocável, Ca e Mg foram extraídos por solução KCl 1 M, sendo Al determinado por titulometria e os demais por espectrometria de absorção atômica (Perkin Elmer, Analyst 200). K trocável e P disponível foram extraídos pela solução Mehlich 1 ( $HCl + H_2SO_4$ ), com determinações por fotometria de chama (Digimed DM-62) para potássio e espectrofotometria (Unico 2100) para fósforo; o enxofre disponível foi extraído por  $Ca(H_2PO_4)_2$  (500 mg de P  $L^{-1}$ ) e determinado por turbidimetria (Unico 2100); e o boro foi extraído com água quente e determinado por espectrofotometria (Unico 2100).

O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso com quatro repetições. As repetições foram as parcelas amostrais e os tratamentos as estações climáticas do ano. Os dados foram analisados por análise de variância e, caso as diferenças entre os tratamentos apresentassem significância, foi feito o teste de médias de Tukey, todos com nível de significância de 5%.

Os dados de deposição mensal de serapilheira foram correlacionados com os valores de precipitação e temperatura média utilizando-se análise de correlação simples ( $p < 0,05$ ). A precipitação pluviométrica foi coletada através de dois coletores da precipitação global (em área aberta próxima ao povoamento) por Corrêa (2011). Em relação à temperatura, os dados foram obtidos de Agritempo (2011), que disponibilizou valores médios mensais das temperaturas mínimas e máximas da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Alegrete, RS, localizada a 24 km do local. Esta distância foi considerada pequena dada a homogeneidade de altitude e morfologia do relevo regional. A possibilidade de utilização destes dados também foi confirmada pela correlação de 87% entre a precipitação mensal obtida por Corrêa (2011) e a de Agritempo (2011). A temperatura média mensal foi obtida pela média das temperaturas mínimas e máximas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de avaliação o povoamento apresentou surgimento de falhas por mortalidade de árvores e aumento de DAP e de altura (Tabela 1). Valores próximos aos do presente estudo foram reportados por Thomas *et al.* (2009), que avaliaram um teste de progênie em duas regiões distintas da Austrália e verificaram dimensões variando de 5 cm de DAP e 5 m de altura até 12 cm de DAP e 13 m de altura, ambas aos 3 anos.

**Tabela 1.** Variáveis obtidas através de inventário florestal no início e final do experimento em plantio de *Eucalyptus dunnii*, Alegrete, RS.

**Table 1.** Variables obtained from forest inventory performed at the beginning and at the end in the experiment with *Eucalyptus dunnii*, Alegrete, RS, Brazil.

Variável	Idade (meses)	
	15	27
Árvores ha <sup>-1</sup>	1345±217*	1280±146
Falhas ha <sup>-1</sup>	83±217	149±146
DAP (cm)	4,7±1,8	9,0±3,0
Altura (m)	4,5±1,0	8,7±2,1
Volume cilíndrico do tronco (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	13±2	87±16

Onde: DAP = diâmetro à altura do peito (1,3 m da superfície do solo); \* média ± desvio padrão

No decorrer do período de avaliação (um ano) o volume cilíndrico do tronco por hectare aumentou em mais de seis vezes. Apesar disto, o volume cilíndrico individual, de cerca de 0,055 m<sup>3</sup> árvore<sup>-1</sup>, esteve abaixo do volume projetado a partir de dados de Ferrari *et al.* (2005), de cerca de 0,08 m<sup>3</sup> árvore<sup>-1</sup> para a idade de 2 anos. Para o presente estudo estimou-se um incremento médio anual do povoamento (IMA) de 39 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> ao final do período de avaliação.

**Tabela 2.** Atributos químicos do solo antes da instalação do povoamento de *Eucalyptus dunnii*, Alegrete, RS.

**Table 2.** Chemical soil attributes before the planting of *Eucalyptus dunnii*, Alegrete, RS, Brazil.

Profundidade cm	MO	pH*	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
	%		cmolc dm <sup>-3</sup>			
0-20	1,00±0,15a	4,74±0,06c	1,99±0,14a	0,46±0,27c	0,33±0,10ab	20±5,51a
20-40	0,91±0,10ab	4,84±0,05bc	1,95±0,14a	0,79±0,17bc	0,24±0,06b	12±3,61b
40-60	0,85±0,07abc	4,96±0,03ab	1,91±0,32a	1,21±0,12b	0,27±0,02ab	10±2,31b
60-80	0,78±0,07bc	4,98±0,01ab	2,03±0,21a	1,84±0,44a	0,34±0,06ab	8±1,53b
80-100	0,72±0,06c	5,00±0,07a	1,75±0,25a	1,88±0,06a	0,40±0,01a	8±1,15b
Profundidade cm	P	S	CTC <sub>pH7</sub>	V	m	
	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%		
0-20	1,87±0,09a	2,71±0,48a	8,96±1,36a	9,07±3,11b	71,30±9,81a	
20-40	1,60±0,16a	5,09±2,62a	9,59±1,23a	10,99±1,20b	65,04±3,87ab	
40-60	1,49±0,09a	3,36±0,59a	10,11±2,02a	15,15±1,89ab	55,73±2,01bc	
60-80	1,49±0,19a	4,16±1,19a	10,78±2,52a	20,51±1,96a	48,38±3,35c	
80-100	1,54±0,19a	6,12±2,80a	10,95±1,72a	21,22±2,57a	43,17±2,89c	

Onde: valores = média ± desvio padrão; MO = matéria orgânica do solo; \* relação solo:H<sub>2</sub>O de 1:2,5; P = fósforo; S = enxofre; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; letras diferentes dentro de uma mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em relação ao solo, a textura foi arenosa, variando de franco-arenosa, com média de 77% de areia na profundidade de 0-40 cm, passando para franco-argilo-arenosa, com média de 69% de areia nas camadas de 40-100 cm (classificação textural de Santos *et al.*, 2005). Para os atributos químicos (Tabela 2), o solo apresentou baixa matéria orgânica, pH muito baixo, teores de Ca e Mg baixos, teores de K e P muito baixos, teor de S médio nas camadas de 0-20, 40-60 e 60-80 cm de profundidade, alto teor de S nas camadas de 20-40 e 80-100 cm de profundidade, CTC<sub>pH7</sub> média, com V% muito baixa e m% alta, segundo interpretação sugerida por SBCS (2004).

Trata-se de solo de baixa fertilidade, que contribuiu para o baixo desenvolvimento volumétrico do povoamento. Plantios florestais em solos de baixa fertilidade não são raros, inclusive causando amarelecimento em acículas de *Pinus* (CHAVES; CORRÊA, 2005), gênero de espécies de baixa exigência nutricional. Em *E. grandis*, altas produtividades foram alcançadas mediante aplicação de fertilização até os 12 meses, compreendendo aplicação de calcário e adubação com nitrogênio, fósforo, potássio, boro e zinco (Rocha *et al.*, 2004).

A deposição de serapilheira (Tabela 3) apresentou variação ao longo das estações climáticas durante o período de avaliação, sendo primavera e verão as estações de maior deposição de serapilheira e das frações folha e miscelânea. A fração galho grosso foi a única que não apresentou diferença estatística significativa entre as estações climáticas devido ao elevado desvio padrão em relação ao valor médio. Além disto, a fração galho grosso não apresentou deposição na primavera e em uma parcela no outono e outra no inverno.

**Tabela 3.** Quantidades depositadas das frações folhas, miscelânea, galhos grossos e de serapilheira total em quatro estações em um povoamento de *Eucalyptus dunnii*, Alegrete, RS.

**Table 3.** Deposition of leaf, rest and coarse branches fractions and litterfall over a year period in a *Eucalyptus dunnii* stand, Alegrete, RS, Brazil.

Estações	Serapilheira	Quantidades das frações (kg ha <sup>-1</sup> )		
		Folhas	Miscelânea	Galhos grossos
Outono	444±119b	419±112b	14±11b	10±7a
Inverno	303±53b	275±49b	26±5b	2±2a
Primavera	1606±218a	1532±224a	74±23ab	0±0a
Verão	1732±376a	1588±373a	128±75a	16±12a
Total	4085	3814	242	28

Nota: valores = média ± desvio padrão; letras diferentes dentro de uma mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para todas as estações avaliadas, a deposição foi estatisticamente diferente entre miscelânea e galho grosso, folha e a serapilheira total. Foram depositados aproximadamente 4,1 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de serapilheira, com a fração folha contribuindo com 93%, miscelânea com 6% e galho grosso com 1%. A deposição de serapilheira encontrada no presente estudo foi da mesma ordem da encontrada por Cunha *et al.* (2005) em rebrota de 1,5 ano de idade, de 3,8 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. No futuro, a contribuição de 93% da fração folha poderá diminuir, pois a proporção de biomassa foliar nas árvores diminui com a idade do povoamento (Silva *et al.*, 2004).

Se considerada cada fração individualmente, as folhas atingiram um máximo de 95% e mínimo de 91% de contribuição para a biomassa da serapilheira. A miscelânea (galhos finos, casca e material reprodutivo) foi composta basicamente por galhos finos e casca. A pouca contribuição da sub-fração material reprodutivo, praticamente ausente nas coletas, se deu pelas características da idade de maturação reprodutiva da espécie. No mais jovem povoamento de *E. dunnii* analisado por Arnold e Dongyun (2003), com 3,5 anos de idade, apenas 5% das árvores estavam reprodutivamente ativas. Higa *et al.* (2001) encontraram florescimento em apenas 9% das árvores de *E. dunnii* localizadas internamente no talhão, para árvores que sofreram desbaste, aos 13 anos, número que não ultrapassou os 58% aos 19 anos.

As deposições de serapilheira e suas frações apresentaram coeficiente de correlação simples significativo com dados de temperatura, mas não com dados de precipitação (Tabela 4). O motivo é que a estacionalidade climática, observada no estado do Rio Grande do Sul, se deve principalmente a variação de temperatura, já que a distribuição da precipitação é aproximadamente homogênea ao longo do ano. Isto fica evidente nas classificações climáticas do estado, como a de Maluf (2000), que utiliza como critério inicial variáveis de temperatura. Mesmo não apresentando significância, o sinal negativo do coeficiente de correlação simples entre as precipitações e a deposição de serapilheira indica que em períodos de menor disponibilidade hídrica há aumento na deposição de serapilheira.

Apesar das correlações significativas com as variáveis climáticas envolvendo temperatura, ressalta-se que, no povoamento do presente estudo, o período de maior deposição se iniciou junto com o período de crescimento vegetativo e na época em que ocorreu o fechamento do dossel. Além disto, as árvores praticamente dobraram as dimensões representadas pela altura e DAP do início para o fim do experimento, e consequentemente, a biomassa. Períodos com seca podem ter ocorrido no verão, como eventualmente acontece na região de Alegrete (MALUF, 2000), contribuindo para maior deposição.

**Tabela 4.** Correlação simples (valor<sup>significância</sup>) entre variáveis climáticas e quantidades depositadas das frações folhas, miscelânea, galhos grossos e de serapilheira total ao longo de um ano em plantio de *Eucalyptus dunnii*, Alegrete, RS.

**Table 4.** Pearson correlation (value<sup>significance</sup>) between climatic variables and leaf, rest and coarse branches fractions and litterfall over a year period in a *Eucalyptus dunnii* stand, Alegrete, RS, Brazil.

	Serapilheira	Fração		
		Folhas	Miscelânea	Galhos grossos
Precipitação Global (mm)	-0,35 <sup>ns</sup>	-0,38 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>
Precipitação Efetiva (mm)	-0,45 <sup>ns</sup>	-0,47 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
Interceptação (mm)	0,61 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>
Temperatura Mínima média (°C)	0,99*	0,99*	0,96*	0,32 <sup>ns</sup>
Temperatura Máxima média (°C)	0,91 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	0,96*	0,61 <sup>ns</sup>
Temperatura Média (°C)	0,97*	0,96*	0,97*	0,46 <sup>ns</sup>

Onde: \* = significativo a 5%; ns = não significativo; dados de precipitação de Corrêa (2011); dados de temperatura de Agritempo (2011).

Sazonalidade na deposição de frações de serapilheira também foi encontrada por Cunha *et al.* (2005) ao estudarem povoamentos de primeira rotação com 8 anos de idade e rebrotas de 1,5 ano e 5 anos de idade. Schumacher *et al.* (2008) estudaram um povoamento de *Pinus taeda* ao longo de três anos e, apesar de encontrarem maior deposição em diferentes estações, não encontraram tendência sazonal nítida, nem correlações significativas com as variáveis climáticas. Barlow *et al.* (2007) encontraram correlação positiva entre a deposição mensal de folhas de *E. urophylla*, com 4-5 anos de idade, e a precipitação mensal em clima com estação seca na Amazônia.

A estação de maior deposição de serapilheira (verão) apresenta-se semelhante ao resultado encontrado por Cunha *et al.* (2005) para *E. grandis*, no estado do Rio de Janeiro, com maior deposição no mês de dezembro, período com maior precipitação e crescimento vegetativo, tanto em primeira rotação, aos 8 anos de idade, quanto para rebrota de 1,5 ano de idade e para rebrota de 5 anos de idade. No experimento de Barlow *et al.* (2007) a maior deposição de serapilheira também ocorreu em período de maior crescimento vegetativo. Turner e Lambert (2002) citam que incrementos na biomassa foliar e área basal se correlacionaram com deposição de serapilheira, quando analisada uma série de estudos com *E. pilularis*. Balieiro *et al.* (2004) citaram a diminuição da superfície foliar, via queda de folhas, como consequência provável

do aumento da temperatura, associada à baixa capacidade de retenção de umidade do solo. Fatores associados à senescência das folhas, como deficiência mineral e seca, causam incremento na deposição (Larcher, 2000).

Em relação à nutrição, a concentração de macronutrientes na fração folhas da serapilheira depositada diferiu estatisticamente entre as estações para N, P e Mg, com razão entre menor e maior concentração de 62% para N, 64% para P e 76% para Mg (Tabela 5), sugerindo maior retranslocação para estes nutrientes durante o período de maior desenvolvimento vegetativo. Não ocorreu diferença estatística entre as estações para K, provavelmente pela maior intensidade de ciclagem bioquímica (Cunha *et al.*, 2005). Consoante a isto, Saur *et al.* (2000) obtiveram resultados semelhantes, pois encontraram maior retranslocação de N, P e K em *E. globulus* durante os meses da primavera e do verão, período onde foi registrado o maior crescimento. A variação não significativa na concentração de Ca pode ter ocorrido pela menor intensidade de ciclagem bioquímica (Cunha *et al.*, 2005; ZAIA; GAMAL-RODRIGUES, 2004) e imobilidade deste elemento na planta (MAGALHÃES; BLUM, 1999; SAUR *et al.*, 2000).

Também não ocorreu diferença estatística entre deposição de serapilheira em diferentes estações para enxofre, apesar da diminuição da concentração no período de crescimento

**Tabela 5.** Concentrações de macronutrientes nas frações folhas, miscelânea e galhos grossos da serapilheira em plantio de *Eucalyptus dunnii*, Alegrete, RS.

**Table 5.** Macronutrients concentration in leaf, rest and coarse branches fractions in a *Eucalyptus dunnii* stand, Alegrete, RS, Brazil.

Frações	Estações	Concentrações (g kg <sup>-1</sup> )					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	Outono	10,4±1,8a	0,5±0,1ab	4,0±0,4a	12,8±1,4a	3,2±0,3a	0,8±0,1a
	Inverno	10,5±1,4a	0,6±0,1a	4,2±0,7a	12,2±1,4a	2,8±0,2b	0,8±0,2a
	Primavera	7,4±0,8b	0,4±0,1bc	4,4±0,4a	13,4±2,1a	2,8±0,4b	0,7±0,1a
	Verão	6,5±0,1b	0,4±0,1c	4,8±0,4a	15,1±2,0a	2,5±0,4c	0,7±0,1a
	Média	8,7±2,0	0,46±0,1	4,34±0,3	13,4±1,2	2,8±0,3	0,7±0,1
Miscelânea	Outono	9,49*	0,52	4,18	5,42	1,95	0,63
	Inverno	6,72	0,36	3,60	6,88	2,01	0,41
	Primavera	4,78	0,35	2,90	7,03	1,88	0,38
	Verão	4,42	0,26	2,19	6,55	2,19	0,40
	Média	6,35±2,3	0,37±0,1	3,22±0,9	6,47±0,7	2,01±0,1	0,45±0,1
Galhos grossos	Outono	4,10*	0,36	2,65	4,90	0,75	0,32
	Inverno	4,45	0,28	1,90	3,66	1,15	0,22
	Primavera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Verão	2,57	0,15	1,54	8,24	1,55	0,24
	Média	2,78±2,0	0,20±0,2	1,52±1,1	4,20±3,4	0,86±0,7	0,19±0,1

Onde: valores = média ± desvio padrão; \* sem desvio padrão e teste de médias devido à análise conjunta de amostras das parcelas de um mesmo tratamento causada pela pouca quantidade de amostra; letras diferentes para uma mesma coluna e macronutriente representam diferenças estatísticas significativas entre estações pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

vegetativo. Magalhães e Blum (1999) encontraram, embora sem significância estatística, maior concentração de enxofre em folhas mais jovens e posições de copa mais elevadas, indicando retranslocação. As comparações entre as concentrações dos macronutrientes para miscelânea e galho grosso não foram feitas devido às baixas deposições para estas frações, não sendo possível analisar cada parcela. Deste modo, foi analisado o material de todas as parcelas em conjunto, resultando em um único valor.

A concentração de macronutrientes seguiu a ordem folha > miscelânea > galho grosso. Cunha *et al.* (2005) também avaliaram a concentração de macronutrientes na serapilheira depositada em *E. grandis* com 1,5 ano de idade e encontraram resultados similares, onde a fração folhas apresentou maiores concentrações para N, P e Mg, mas não para K e Ca. O K apresentou maiores concentrações na fração estruturas reprodutivas e o Ca apresentou maiores concentrações na fração galhos menores do que 2 cm de diâmetro.

Para as frações folha e miscelânea, a concentração foi Ca > N > K > Mg > S > P e para a fração galho grosso foi Ca > N > K > Mg > P > S. A ordem de concentração de nutrientes da folha foi idêntica à encontrada por Hernández *et al.* (2009) para biomassa de folhas verdes em *E. dunnii* no Uruguai, porém com menores concentrações de N, P e K, devido à retranslocação, e maiores concentrações de Ca e Mg. Ainda com relação a estes resultados, Silva *et al.* (2011) não encontraram retranslocação de Ca, mas sim incremento na concentração, e para Mg encontraram maior retranslocação em tratamentos que propiciaram menor concentração foliar de Mg (30% para concentração foliar de 1,7 g Mg kg<sup>-1</sup> contra 15% para concentração foliar de 2,8 g Mg kg<sup>-1</sup>), ressaltando-se que magnésio possui mobilidade moderada na planta (Larcher, 2000). Considerando-se as concentrações encontradas neste estudo e as encontradas por Hernández *et al.* (2009), as taxas de retranslocação para N, P e K e a imobilização de Ca foram similares às taxas de retranslocação em *E. globulus* encontradas por Saur *et al.* (2000).

Hernández *et al.* (2009) verificaram que embora a ordem de concentração da folha senescente tenha sido idêntica à de folhas vivas, o mesmo não ocorreu para galho grosso em relação aos galhos vivos de *E. dunnii* com 9

anos de idade no Uruguai, seguindo a ordem Ca > K > N > Mg > P. Nesse caso, talvez a comparação tenha sido dificultada pela diferença metodológica que cada estudo se baseia, e que conseqüentemente acarreta alterações na porcentagem de casca e funcionalidade dos galhos. Diferenças entre a concentração e proporção de nutrientes entre espécies, compartimentos e idade foram verificadas por Turner e Lambert (2008).

O aporte de macronutrientes via deposição de serapilheira (Tabela 6) somente não foi estatisticamente diferente entre as estações para os macronutrientes Ca, Mg e S na fração galhos grossos. As estações de maior aporte de macronutrientes foram primavera e verão, as mesmas encontradas para a deposição de serapilheira. Assim, pode-se inferir que o aporte de macronutrientes na serapilheira está mais relacionado à deposição de serapilheira do que à concentração de macronutrientes neste material.

Considerando a serapilheira total, a ordem de aporte foi Ca > N > K > Mg > S > P. Esta ordem foi influenciada fortemente pela fração folhas, que representou 96% do aporte anual total de macronutrientes. Para a fração galhos grossos, a inversão entre S e P ocorreu porque, embora a concentração média anual de P tenha sido maior que a de S, no verão a concentração de S foi maior do que a de P, além da maior deposição da fração galhos grossos.

Embora no presente estudo o aporte de macronutrientes tenha sido função basicamente da quantidade depositada de serapilheira quando analisada cada fração, alterações na ordem de aporte de macronutrientes via deposição da serapilheira podem ser resultado da fertilização (Silva *et al.*, 2011) e da diferença de idade e sistema silvicultural (Cunha *et al.*, 2005). Mesmo que a deposição de serapilheira total tenha sido da mesma ordem que a encontrada por Laclau *et al.* (2010) para híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis* entre 1 e 2 anos de idade no Congo, o aporte de nutrientes variou para cada elemento considerado. Estas diferenças provavelmente estão relacionadas às condições de solo e características fisiológicas das espécies. Caso o solo tivesse melhores condições de fertilidade, poderia haver maiores aportes de macronutrientes, já que a fertilização altera, e geralmente aumenta a concentração de macronutrientes (GUEDES; POGGIANI, 2003; ROCHA *et al.*, 2004).

**Tabela 6.** Aporte de macronutrientes na serapilheira ao longo de um ano em um plantio de *Eucalyptus dunnii*, Alegrete, RS.  
**Table 6.** Contribution of macronutrients in litterfall over a year period in a *Eucalyptus dunnii* stand, Alegrete, RS, Brazil.

Estação Climática	Aporte (kg ha <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Folhas</b>						
Outono	4,36±1,47b	0,21±0,09b	1,57±0,44b	5,33±0,99b	1,31±0,32b	0,31±0,09b
Inverno	2,87±0,53b	0,16±0,03b	1,18±0,41b	3,39±0,81b	0,77±0,15b	0,23±0,10b
Primavera	11,21±2,55a	0,60±0,10a	6,72±1,19a	20,84±5,76a	4,42±1,19a	1,04±0,18a
Verão	10,32±2,64a	0,57±0,08a	7,77±2,38a	23,97±7,11a	3,94±1,13a	1,09±0,22a
Total	28,76±4,19	1,53±0,24	17,24±3,42	53,54±10,53	10,45±1,84	2,67±0,46
<b>Miscelânea</b>						
Outono	0,14±0,10b	0,01±0,01b	0,06±0,05b	0,08±0,06b	0,03±0,02b	0,01±0,01b
Inverno	0,19±0,04b	0,01±0,00ab	0,10±0,02ab	0,18±0,04b	0,05±0,01b	0,01±0,00b
Primavera	0,36±0,11ab	0,03±0,01ab	0,23±0,07ab	0,52±0,16ab	0,14±0,04ab	0,03±0,01ab
Verão	0,56±0,34a	0,03±0,02a	0,27±0,16a	0,84±0,51a	0,28±0,17a	0,05±0,03a
Total	1,25±0,19	0,08±0,01	0,67±0,10	1,62±0,35	0,51±0,12	0,10±0,02
<b>Galhos grossos</b>						
Outono	0,053±0,036a	0,004±0,003a	0,035±0,024a	0,101±0,090a	0,014±0,012a	0,004±0,003a
Inverno	0,013±0,009ab	0,001±0,001b	0,005±0,004ab	0,012±0,012a	0,003±0,002a	0,001±0,001a
Primavera	0,000±0,000b	0,000±0,000b	0,000±0,000b	0,000±0,000a	0,000±0,000a	0,000±0,000a
Verão	0,035±0,022ab	0,002±0,001ab	0,020±0,011ab	0,130±0,096a	0,025±0,018a	0,004±0,002a
Total	0,100±0,023	0,007±0,002	0,061±0,016	0,243±0,064	0,042±0,011	0,008±0,002
<b>Serapilheira total</b>						
Outono	4,55±1,49b	0,22±0,08b	1,67±0,47b	5,51±1,08b	1,35±0,32b	0,33±0,09b
Inverno	3,08±0,56b	0,17±0,03b	1,29±0,43b	3,58±0,83b	0,82±0,16b	0,24±0,10b
Primavera	11,57±2,50a	0,63±0,10a	6,95±1,17a	21,36±5,65a	4,57±1,18a	1,07±0,18a
Verão	10,91±2,66a	0,60±0,08a	8,06±2,38a	24,95±6,95a	4,25±1,11a	1,14±0,22a
Soma	30,11±4,34	1,62±0,25	17,97±3,51	55,39±10,87	10,99±1,93	2,78±0,48

Nota: valores = média ± desvio padrão; letras diferentes para uma mesma coluna e macronutriente representam diferenças estatísticas significativas entre as estações pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÕES

As menores concentrações dos nutrientes N, P e S da fração folhas na estação de crescimento levanta a possibilidade de suplementação nutricional com estes elementos, para suprir prováveis déficits nutricionais neste período, uma vez que as plantas podem estar com o crescimento limitado. Deve-se considerar que a decomposição inicial da serapilheira libera primeiramente K para as plantas, sendo que N, P e S são liberados posteriormente.

Pastagens degradadas apresentam potencial para a eucaliptocultura, desde que se faça aporte de nutrientes ao sítio. A baixa fertilidade destes solos foi suprimida em função da realização de adubação de base e cobertura, prática evidenciada pelos valores encontrados na concentração de nutrientes da serapilheira e na quantidade de serapilheira depositada.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de doutorado do primeiro autor. À Stora Enso S/A.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2012: ano base 2011.** Brasília: ABRAF, 2012. 150p.
- ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2008.** Brasília: ABRAF, 2009. 120p.
- AGRITEMPO. **Dados meteorológicos – Alegrete.** Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br>>. Acesso em: 6 jul. 2011.
- ARNOLD, R.; DONGYUN, X. Environmental and cultural influences on flowering of *Eucalyptus dunnii*. In: EUCALYPTS IN ASIA, ZHANJIANG, GUANGDONG, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. **Proceedings...** Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), 2003. p.140-147.



- BALIEIRO, F.D.C.; FRANCO, A.A.; PEREIRA, M.G.; CAMPELLO, E.F.C.; DIAS, L.E.; FARIA, S.M.D.; ALVES, B.J.R. 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, 2004.
- BARBOSA, J.H.C. **Dinâmica da serapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica (Reserva Biológica de Poço das Antas RJ)**. 2000. 202p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2000.
- BARLOW, J.; GARDNER, T.A.; FERREIRA, L.V.; PERES, C.A. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.247, n.1-3, p.91-97, 2007.
- CHAVES, R.D.Q.; CORRÊA, G.F. Macronutrientes no sistema solo-*Pinus caribaea* Morelet em plantios apresentando amarelecimento das acículas e morte de plantas. **Revista Árvore**, Viçosa. v.29, n.5, p.691-700, 2005.
- CORRÊA, R.S. **Ciclagem dos nutrientes em *Eucalyptus dunnii* estabelecido sobre pastagem natural degradada no Bioma Pampa**. 96p, 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- CUNHA, G.M.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S. Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no norte fluminense. **Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.353-363, 2005.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FASSEBENDER, H.W. **Modelos edafológicos de sistemas agroflorestais**. 2ED. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1993. 491p.
- FERRARI, M.P.; FERREIRA, C.A.; SILVA, H.D.; TREVISAN, R. Prognose do crescimento volumétrico individual de árvores de *Eucalyptus*, em povoamentos na Região Centro Sul. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 51, p.5-16, 2005.
- GAMA-RODRIGUES, A.C. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solo de tabuleiro da Bahia, Brasil**. 1997, 107p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.1-57.
- GUEDES, M.C.; POGGIANI, F. Variação dos teores de nutrientes foliares em eucalipto fertilizado com biossólido. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.63, p.188-201, 2003.
- HERNÁNDEZ, J.; PINO, A.; SALVO, L.; ARRARTE, G. Nutrient export and harvest residue decomposition patterns of a *Eucalyptus dunnii* Maiden plantation in temperate climate of Uruguay. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.258, n.2, p.92-99, 2009.
- HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; KODAMA, A.S. Efeito da poda de copa na produção de sementes de *Eucalyptus dunnii*. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n.43, p.99-106, 2001.
- KRAMER, J.P.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das Árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1960. 745p.
- LACLAU, J.P.; RANGER, J.; GONÇALVES, J.L.M.; MAQUËRE, V.; KRUSCHE, A.V.; M'BOU, A.T.; NOUVELLON, Y.; SAINT-ANDRÉ, L.; BOUILLET, J.P.; PICCOLO, M.C. Biogeochemical cycles of nutrients in tropical *Eucalyptus* plantations: main features shown by intensive monitoring in Congo and Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.259, n.9, p.1771-1785, 2010.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531p.
- MAGALHÃES, L.M.S.; BLUM, W.E.H. Concentração e distribuição de nutrientes nas folhas de espécies florestais, na amazônia ocidental. **Floresta e ambiente**, Seropédica, v.6, n.1, p.127-137, 1999.
- MALUF, J.R.T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Sete Lagoas, v.8, n.1, p.141-150, 2000.

- MARCHIORI, J.N.C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: enfoque histórico e sistemas de classificação**. Porto Alegre: EST, 2002. 118p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. Cap. 4, p.171-224.
- MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: SBS, 2000. 112p.
- ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com bio-sólido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, n.4, p.623-639, 2004.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ed. Viçosa: SBCS/SNLCS, 2005. 100p.
- SAUR, E.; NAMBIAR, E.K.S.; FIFE, D.N. Foliar nutrient retranslocation in *Eucalyptus globulus*. *Tree physiology*, Oxford, v.20, n.16, p.1105-12, 2000.
- SBCS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400p.
- SCHUMACHER, M.V.; VIERA, M.; WITSCHORECK, R. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em área de segunda rotação com floresta de *Pinus taeda* L. no município de Cambará do Sul, RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.18, n.4, 2008.
- SILVA, P.H.M.; POGGIANI, F.; LACLAU, J.P. Applying sewage sludge to *Eucalyptus grandis* plantations: effects on biomass production and nutrient cycling through litterfall. *Applied and Environmental Soil Science*, New York, v. 2011, p.1-11, 2011.
- SILVA, H.D.; FERREIRA, C.A.; CORRÊA, R.S.; BELLOTE, A.F.J.; TUSSOLINI, E.L. Alocação de biomassa e ajuste de equações para estimativa de biomassa em compartimentos aéreos de *Eucalyptus benthamii*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, v.49, p.83-95, 2004.
- SILVICONCONSULT. **Estudo de Impacto Ambiental – Empreendimento Florestal Derfil Agropecuária: Vol. III – Meio Biótico**. Curitiba: Silviconsult, 2007a.
- SILVICONCONSULT. **Estudo de Impacto Ambiental – Empreendimento Florestal Derfil Agropecuária: Mapas Gerais - Solos**. Curitiba: Silviconsult, 2007b.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C. BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. (Departamento de Solos -Boletim Técnico, 5)
- THOMAS, D.; HENSON, M.; JOE, B.; BOYTON, S.; DICKSON, R. Review of growth and wood quality of plantation-grown *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Australian Forestry*, Melbourne, v.72, n.1, p.3-11, 2009.
- TURNBULL, J.W.; PRYOR, L.D. Choice of species and seed sources. In: HILLIS, W.E.; BROWN, A.G. (Eds.) **Eucalypts for wood production**. Sydney: Csiro/ Academic Press, 1984. p.6-65.
- TURNER, J.; LAMBERT, M.J. Nutrient cycling in age sequences of two *Eucalyptus* plantation species. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.255, n.5-6, p.1701-1712, 2008.
- TURNER, J.; LAMBERT, M.J. Litterfall and forest floor dynamics in *Eucalyptus pilularis* forests. *Austral Ecology*, Carlton South, v.27, n.2, p.192-199, 2002.
- ZAIA, F.C.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, n.5, p. 843-852, 2004.

Recebido em 30/12/2011

Aceito para publicação em 29/11/2012