

Deposição de serapilheira e micronutrientes ao longo das estações do ano em um plantio de eucalipto estabelecido sobre pastagem natural degradada no bioma pampa

Litter and micronutrients deposition throughout the seasons of the year in a eucalypt stans planted in a degraded pasture in the pampa biome

Robson Schaff Corrêa¹, Mauro Valdir Schumacher² e Dione Richer Momolli³

Resumo

Os objetivos do trabalho foram avaliar, na deposição de serapilheira ao longo das estações do ano, (1) a influência da posição dos coletores na quantidade coletada e (2) a quantificação dos micronutrientes para *Eucalyptus dunnii*. Ao longo de um ano, a serapilheira depositada foi fracionada em folha, miscelânea e galho grosso. Para avaliação da deposição das frações folha e miscelânea foram dispostos coletores próximos de árvores de DAP médio, nas posições entrelinha, linha, diagonal e encostado ao tronco das árvores. Na avaliação da deposição de galhos grossos foram alocadas áreas de coleta ao redor de árvores de DAP médio, DAP médio mais um desvio padrão e DAP médio menos um desvio padrão. Nas diferentes frações da serapilheira foram analisadas as concentrações de Cu, Fe, Mn, Zn e B, calculando-se posteriormente o aporte. Foram observadas maiores deposições de serapilheira na posição próxima ao tronco das árvores e deposição de galhos grossos não relacionada ao diâmetro das árvores. O aporte de micronutrientes foi influenciado mais pela quantidade de serapilheira depositada por cada fração do que pela concentração de micronutrientes nas diferentes frações.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes; nutrição florestal; silvicultura.

Abstract

The objectives were to evaluate, in litter deposition throughout the seasons of the year: (1) the influence of the position of litter traps and collected amount and; (2) the quantification of micronutrients for *Eucalyptus dunnii*. Over a year, litter-fall was fractioned in leaf, miscellaneous and coarse branches. The evaluation of the deposition of leaf and miscellaneous were done in litter traps disposes closed to average DBH trees, in the positions between rows, rows, diagonally and close to the trunk of the trees. In the evaluation of the deposition of coarse branches areas were centered around average DBH trees; average plus one standard deviation and average minus one standard deviation. In the different fractions of litter concentration Cu, Fe, Mn, Zn and B were analyzed, then inputs was calculated. Larger litter depositions were observed close to the tree trunks and deposition of coarse branches unrelated to diameter of the tress. Micronutrient input was influenced more by the amount of litter deposited than the concentration of micronutrients in the different fractions.

Keywords: nutrient cycling; forest nutrition; silviculture.

INTRODUÇÃO

Em meados de 2005 iniciou-se um novo ciclo de investimentos em florestas no estado do Rio Grande do Sul, que resultou num aumento médio anual de 11% na área plantada com eucalipto, partindo de 153 mil ha em 2004 para 273 mil ha em 2009 (ABRAF, 2009, 2011). Estes novos plantios foram realizados em locais onde até então não havia significativa área com silvicultura, como no Bioma Pampa, região de Savana Estépica com terrenos areníticos e solos distróficos lixiviados (MARCHIORI, 2002). Nestes ambientes com solos de baixa fertilidade natural, há necessidade de se aumentar o entendimento acerca da ciclagem de nutrientes nos povoamentos.

¹Professor Adjunto do Curso de Engenharia Florestal. UFG - Universidade Federal de Goiás. Campus Jataí - Rod BR 364, km 192, n 1800 - Parque Industrial - 75801615 - Jataí, GO, Brasil. E-mail: schaffcorrea@ufg.br.

²Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais. UFSM - Universidade Federal de Santa Maria - Camobi - 97105900 - Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: mvschumacher@gmail.com.

³Graduando em Engenharia Florestal. UFSM - Universidade Federal de Santa Maria - Camobi - 97105900 - Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: dionemomolli@gmail.com.

Esta ciclagem de nutrientes refere-se à transferência dos minerais acumulados na biomassa vegetal para o solo, principalmente, através da queda de resíduos da parte aérea que irá formar a serapilheira (KRAMER; KOZLOWSKI, 1960; FASSEBENDER, 1993; GAMA-RODRIGUES, 1997; BARBOSA, 2000). A compreensão do ciclo dos nutrientes é fundamental para a definição de tecnologias de manejo florestal, como a aplicação de fertilizantes (GONÇALVES et al., 2000), neste sentido estudos com aporte de material decíduo podem ser utilizados (CORRÊA NETO et al., 2014).

Na amostragem do aporte de serapilheira é levado em consideração o formato, a área de coleta, o número e a disposição dos coletores (SCORIZA et al., 2012). No caso de florestas plantadas são encontrados estudos com disposição de coletores em relação ao tronco (VIERA et al., 2014), em relação à linha de plantio (BELLOTE et al., 2008) ou até mesmo sem indicação (YANG et al., 2014).

O aporte de serapilheira também pode indicar a mobilidade de nutrientes, quando se compara as concentrações de nutrientes nos tecidos fisiologicamente ativos com as dos tecidos senescentes. Isto indica também a magnitude do processo de ciclagem bioquímica, como referenciados por Leite et al. (2011); Viera e Schumacher (2009).

Deste modo, os objetivos do presente estudo foram avaliar a variação da deposição de serapilheira ao longo das estações do ano em diferentes posições de coleta e quantificar os micronutrientes, via queda de serapilheira, em um plantio de *E. dunnii* Maiden.

MATERIAL E MÉTODOS

Segundo a classificação climática proposta por Maluf (2000), o clima regional na área de estudo é subtropical úmido, com temperatura média anual de 18,6 °C e precipitação média anual de 1.574 mm, em que os verões podem apresentar período de seca. O relevo da região é de plano a ondulado, com ocorrência de afloramentos rochosos e solos arenosos. No talhão em estudo havia campo alterado/degradado pela agricultura e pastoreio, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (SANTOS et al., 2013).

A Tabela 1 apresenta a caracterização do solo do talhão nas camadas de 0,0-0,2; 0,2-0,4; 0,4-0,6; 0,6-0,8 e 0,8-1,0 m de profundidade. As análises foram realizadas segundo a metodologia de Tedesco et al. (1995), em que o pH foi determinado em água na proporção solo-água de 1:2,5 através de potenciometria; a inferência do teor de H^+ + Al^{+++} foi feita pelo método SMP; a matéria orgânica do solo (MOS) foi determinada por combustão úmida com $K_2Cr_2O_7$ + H_2SO_4 através de espectrofotometria; o alumínio trocável (Al^{+++}) foi extraído por solução KCl 1 M e determinado por titulometria; os cátions trocáveis Ca e Mg foram extraídos também com KCl 1 M, mas determinados com espectrometria de absorção atômica; K trocável e P disponível foram extraídos pela solução Mehlich 1 (HCl + H_2SO_4), com determinações por fotometria de chama para K e espectrofotometria para P; S disponível foi extraído por $Ca(H_2PO_4)$ (500 mg de P L^{-1}) e determinado por turbidimetria; e B foi extraído com água quente e determinado por espectrofotometria.

Tabela 1. Caracterização química do solo sob *Eucalyptus dunnii* em Alegrete, RS.

Table 1. Soil chemical characterization on *Eucalyptus dunnii* in Alegrete, Rio Grande do Sul State.

Camada m	MO %	pH (H_2O)	CTCpH7 $cmol_e\ dm^{-3}$	V %	B	Cu $mg\ dm^{-3}$	Zn
0-0,2	1±0,15	4,74±0,06	8,96±1,36	9,07±3,11	0,35±0,07	2,29±0,4	0,57±0,09
0,2-0,4	0,91±0,1	4,84±0,05	9,59±1,23	10,99±1,2	0,42±0,12	2,14±0,07	0,35±0,02
0,4-0,6	0,85±0,07	4,96±0,03	10,11±2,02	15,15±1,89	0,47±0,04	2,2±0,21	0,24±0,01
0,6-0,8	0,78±0,07	4,98±0,01	10,78±2,52	20,51±1,96	0,43±0,07	2,23±0,14	0,23±0,11
0,8-1,0	0,72±0,06	5±0,07	10,95±1,72	21,22±2,57	0,43±0,08	2,01±0,21	0,29±0,17

Obs.: MO = matéria orgânica; V = saturação por bases; B = boro; Cu = cobre; Zn = zinco. Análise executada em amostra composta.

A implantação do povoamento foi feita em novembro de 2008 e as operações de implantação seguiram-se tratamentos silviculturais normalmente aplicados a plantios florestais de rápido crescimento, como controle de formigas, aplicação de herbicida em área total, subsolagem (a 50 cm de profundidade), irrigação e capinas na linha e entrelinha. A fertilização ocorreu no preparo do solo (300 kg ha^{-1} de Fosfato Natural Gafsa em linha) e após o plantio, aos 15 dias pela aplicação de 140 kg ha^{-1} de NPK 06-30-06 (covetas laterais) + 0,3% B e aos 40 e 90 dias pela aplicação de 120 kg ha^{-1} de NPK 22-01-18 + 0,3% B + 0,2% Cu (a lanço).

O plantio de *Eucalyptus dunnii* foi estabelecido em espaçamento entre plantas de 2,0 m na linha x 3,5 m na entrelinha. A localização deste se deu nas coordenadas geográficas centrais de latitude 29° 47' S e longitude 55° 17' O, na Fazenda Sesmaria Santo Inácio, no município de Alegrete, RS.

O estudo foi realizado durante o período de um ano, iniciando-se quando o povoamento estava com 16,5 meses de idade (referente ao mês de abril de 2010) e terminando quando o plantio tinha 28,5 meses de idade (referente ao mês de março de 2011).

Foi utilizado um talhão de aproximadamente 12 ha, onde foram demarcadas quatro parcelas de 20 m x 21 m, que correspondiam a 6 linhas com 10 plantas em cada linha. Em cada parcela foram alocados quatro coletores, os quais foram confeccionados com uma moldura de madeira com 0,5 m² de área útil e fundo de sombrite de malha 2 mm, com uma altura de 50 cm em relação ao solo. Estes coletores foram utilizados para a coleta das frações folhas e miscelânea (constituída por galhos finos com diâmetro ≤ 5 mm, casca e material reprodutivo – estes tecidos vegetais não foram individualizados pelo pouco material coletado). Os coletores foram posicionados nas proximidades de árvores médias representativas de cada parcela nas posições linha entre duas árvores (L), entrelinha entre duas árvores (E), diagonal entre quatro árvores (D) e encostado no tronco de uma das árvores (A).

Além dos coletores, em cada parcela foram demarcadas quatro áreas de coleta da fração galhos grossos (diâmetro > 5 mm), sendo neste momento retirados todos os galhos presentes. Cada área de coleta perfazia uma área útil de 7 m², obedecendo ao espaçamento de 2,0 m x 3,5 m. Duas destas áreas foram alocadas com uma árvore de DAP médio ao centro (m1 e m2), uma com uma árvore de DAP médio mais um desvio padrão ao centro (m+) e outra com, ao centro, uma árvore de DAP médio menos um desvio padrão (m-).

As coletas foram realizadas quinzenalmente e o material proveniente da primeira quinzena do mês era armazenado para união com o material proveniente da segunda coleta do mês, gerando-se amostras mensais. Após a união, a fração galhos grossos sofreu limpeza através de uma escova, para retirada de partículas de solo. Todas as amostras foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 70 °C até massa constante para posterior pesagem em balança de precisão (± 0,01 g).

Para a estimativa do valor de deposição de serapilheira, a massa de tecido vegetal coletada foi dividida pela respectiva área de coleta. Todos os resultados foram analisados 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). Assim, para avaliar a deposição, foi feita a soma dos dados mensais da deposição individual para cada coletor ao longo dos meses para cada estação e em cada parcela. Já para a determinação das concentrações dos micronutrientes, para cada fração foi feita a união dos tecidos vegetais coletados em todos os locais de coleta para cada parcela, seja coletor ou área de coleta. O aporte dos nutrientes foi calculado multiplicando-se a concentração dos nutrientes pela deposição, em cada fração.

As metodologias adotadas para análise das amostras de tecido vegetal foram as de Tedesco et al. (1995); Miyazawa et al. (1999), aplicando-se para cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) a digestão nítrico-perclórica (com HNO₃ + HClO₄ na razão 3:1) e determinação pelo método de espectrofotometria de absorção atômica em aparelho Perkin Elmer modelo Analyst 200.

A avaliação da deposição das frações da serapilheira, da concentração e do aporte de micronutrientes foi analisada nas diferentes posições de coleta e nas diferentes estações do ano, bem como a interação posição x estação. Para isto o delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, em que o modelo matemático aplicado foi $Y_{ijk} = m + b_k + a_i + (ba)_{ik} + d_j + (ad)_{ij} + e_{ijk}$ em que Y = variável dependente; m = média; b = blocos ou parcelas; a = tratamento principal (estação); ba = interação entre b e a; d = tratamento secundário (posições); ad = interação entre a e d; e = erro experimental e i, j e k = índices. Já para a avaliação da deposição anual, obtida pela somatória das deposições em cada estação, e da concentração dos micronutrientes nas diferentes frações da serapilheira foi utilizado o delineamento experimental blocos inteiramente casualizados, em que o modelo matemático aplicado foi $Y_{ij} = m + b_k + a_i + e_{ij}$, em que Y = variável dependente; m = média; b = blocos ou parcelas; a = tratamento aplicado (posições para deposição de serapilheira ou estações para concentração de micronutrientes); e = erro experimental e i e j = índices. Para todas as análises foram analisadas as médias segundo o teste de Scott-Knott, após comprovada diferença estatística significativa na análise de variância. Todas as análises foram realizadas no software Assistat Silva (2012), ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Tabela 2, a deposição de serapilheira foi de 4,1 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ e apresentou variação ao longo das estações do ano, com maior deposição no verão (1,7 Mg ha⁻¹) e menor no inverno (0,3 Mg ha⁻¹). A deposição de serapilheira encontrada no presente estudo foi similar a encontrada no norte do estado do Rio de Janeiro para área de rebrota de *E. grandis* com idade de 1,5 ano, que alcançou 3,8 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ (CUNHA et al., 2005), mas inferior aos valores encontrados por Corrêa Neto et al. (2014), que trabalharam em solos arenosos com diferentes qualidades de sítio.

Os resultados mostraram que quanto mais perto do tronco das árvores, maiores foram as deposições das frações miscelânea e folhas (Tabela 2), com aporte anual para a fração folhas de 93%, 6% para a fração miscelânea e de 1% para galhos grossos. As copas, que ainda não estavam totalmente desenvolvidas, possivelmente causaram este comportamento. Já em relação à fração galhos grossos, não foi obtida variação entre o local de amostragem, ou seja, o DAP da árvore não influenciou a deposição desta fração. A fração galhos grossos apresentou, ainda, heterogeneidade na deposição, demonstrada pelo alto desvio padrão em relação à média. A permanência dos galhos mortos aderidos aos troncos das árvores e a baixa idade do povoamento contribuíram para a menor deposição desta fração.

Tabela 2. Quantidade (kg ha⁻¹) das frações folha, miscelânea e galhos grossos da serapilheira em diferentes posições de coleta ao longo das estações do ano em *Eucalyptus dunnii* - Alegrete, RS.

Table 2. Amount (kg ha⁻¹) of the fractions leaves, miscellaneous and coarse branches in litter-fall in relation to sampling position throughout the seasons of the year in *Eucalyptus dunnii* - Alegrete, Rio Grande do Sul State.

Posição	Ano	Estação			
		Outono	Inverno	Primavera	Verão
Folha					
A	4676a [#]	578aB	286aB	1681aA	2131aA
L	4393a	715aC	468aC	1920aA	1290bB
E	3493b	233bB	231aB	1537aA	1492bA
D	2693b	152bB	113aB	991bA	1438bA
Média	3814±1121	419±292	275±169	1532±556	1588±539
Miscelânea					
A	525a	30aC	41aC	137aB	316aA
L	215b	13aA	43aA	77bA	82bA
E	121b	10aA	13aA	45bA	53bA
D	114b	4aA	8aA	38bA	63bA
Média	244±208	14±17	26±23	74±49	129±152
Galho grosso					
m-	37a	13aA	1aA	0aA	24aA
m1	21a	11aA	1aA	0aA	8aA
m2	33a	14aA	3aA	0aA	16aA
m+	21a	2aA	4aA	0aA	16aA
Média	28±30	10±17	2±4	0±0	16±22

Obs.: média ± desvio padrão; A – encostado ao tronco da árvore, L – linha entre duas árvores, E – entrelinha entre duas árvores, D – centro das diagonais entre quatro árvores, m- – árvore com DAP médio menos 1 desvio padrão ao centro, m1 e m2 – árvores com DAP médio ao centro, m+ – árvore com DAP médio mais 1 desvio padrão ao centro; # letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, para uma mesma fração apresentam variação significativa para posição de coleta pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A amostragem de serapilheira consome um montante considerável de tempo, e, por conseguinte, recursos financeiros (BASTRUP-BIRK; BRÉDA, 2004). Florestas onde a fração galhos da serapilheira corresponde a uma proporção significativa da deposição ou aquelas caracterizadas pela heterogeneidade do dossel, ou seja, onde ainda não ocorreu fechamento de copa, podem necessitar de um maior intervalo de confiança nas análises quando há falta de amostragem intensiva ou de ampliação da área de coleta de componentes lenhosos (LEVETT et al., 1985), pois deve-se considerar a abertura do dossel, por exemplo, distribuindo coletores em relação à distância do tronco (Tabela 2).

Em relação às concentrações de micronutrientes, houve diferenças estatísticas entre as estações do ano, conforme a Tabela 3. Não foram feitas estas comparações para as frações miscelânea e galhos grossos devido às baixas deposições. Para estas frações, miscelânea e galhos grossos, foram analisados, respectivamente, o material depositado nos coletores e áreas de coleta, unindo-se as deposições em todas as parcelas, resultando em um único valor (Tabela 3).

Tabela 3. Concentração de micronutrientes na serapilheira ao longo das estações do ano em um plantio de *Eucalyptus dunnii* localizado em Alegrete, RS.

Table 3. Micronutrient concentration from litter-fall throughout the seasons of the year, in a *Eucalyptus dunnii* stand in Alegrete, Rio Grande do Sul State.

Fração	Estação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		mg kg ⁻¹				
F	Outono	41,76b	4,33b	99,37b	1740,41b	13,49a
	Inverno	33,90c	5,63a	143,08a	1644,01b	13,82a
	Primavera	43,32b	4,03b	130,50a	1731,76b	10,37b
	Verão	50,56a	2,90c	156,29a	2301,65a	8,37c
	Média	42,38±6,83	4,22±1,12	132,31±24,35	1854,46±301,29	11,51±2,61
M	Outono	20,14	8,00	126,46	529,05	18,45
	Inverno	15,16	9,46	52,86	630,51	13,48
	Primavera	13,37	6,14	70,03	580,12	11,64
	Verão	16,62	5,15	93,93	615,45	12,66
	Média	16,32±2,87	7,19±1,92	85,82±31,90	588,78±45,08	14,05±3,02
GG	Outono	7,10	5,01	28,98	381,04	7,02
	Inverno	5,90	5,14	37,19	312,68	7,23
	Primavera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Verão	8,82	4,66	53,47	572,65	6,47
	Média	5,46±3,83	3,70±2,48	29,91±22,39	316,59±238,02	5,18±3,47

Obs.: média ± desvio padrão; médias seguidas por letras diferentes na coluna, considerando cada micronutriente e fração da serapilheira, são estatisticamente diferentes pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro; F = folha; M = miscelânea; GG = galho grosso B = boro; Cu = cobre; Fe = ferro; Mn = manganês; Zn = zinco.

Apesar da concentração adequada de B, Zn e Cu no solo, a concentração na fração folhas da serapilheira, quando comparada com a concentração de referência para análise foliar expostas em Gonçalves (1995), mostra-se adequada para B; baixa para Cu, Fe e Zn e bastante elevada para Mn. A elevada concentração de Mn deve, no entanto, ser analisada com ressalvas, dada a diferença fisiológica entre os tecidos envolvidos e da imobilidade do nutriente. As baixas concentrações de Cu e Zn podem estar associadas à sua mobilidade, expressa pelas menores concentrações no período de crescimento, ou à alta concentração de Mn, já que há interação entre Zn e Mn (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

Já em relação às estações, B e Mn apresentaram menores concentrações no inverno e maiores no verão, Cu e Zn mostraram-se com menores concentrações no verão e maiores no inverno. O micronutriente Fe foi o único que, apesar da diferença entre estações, não apresentou tendência de maior ou menor concentração inverno e verão. Mesmo que, por exemplo, Magalhães e Blum (1999) indiquem imobilidade para B e Mn há dificuldade em avaliar nossos resultados já que os tecidos utilizados no presente estudo são mortos. Talvez o comportamento destes deva ser objeto de mais estudos, pois deveria se esperar que nutrientes móveis não variassem entre estações, já que seu conteúdo seria drenado para outros locais durante o processo de abscisão. Neste sentido Soares et al. (2000) evidenciam diferenças entre espécies na restrição de translocação de Cu, por exemplo.

A ordem de concentração de micronutrientes nas frações da serapilheira foi similar a encontrada por Silva et al. (1983) para análise foliar em tecido vivo. Estes autores encontraram a ordem Mn > Fe > Cu > Zn, para *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*, plantados em solo arenoso e de baixa fertilidade em Itirapina/SP, aos 10 anos de idade.

Em relação ao retorno de micronutrientes, os maiores aportes ocorreram nas estações primavera e verão (Tabela 4), como resultado da maior deposição nestas estações, já que para alguns elementos a concentração foi mais alta no outono e inverno.

Houve diferença estatística entre as estações com relação ao aporte de micronutrientes via deposição de serapilheira nas frações folha e miscelânea e para o micronutriente Fe na fração galho grosso. A fração folha representou uma média de 95% do aporte anual de micronutrientes, o que é explicado pela contribuição de 93% da fração folha na serapilheira depositada e também pelas maiores concentrações médias mensais de micronutrientes da fração folhas, à exceção de Cu e Zn, que foram superiores na fração miscelânea, mas com a fração folhas apresentando 59 e 82% da concentração nesta fração, respectivamente. O aporte de Mn foi mais elevado do que o aporte dos macronutrientes S e P (CORRÊA et al., 2013).

Tabela 4. Aporte de micronutrientes nas frações folha, miscelânea e galhos grossos da serapilheira ao longo das estações do ano em um plantio de *Eucalyptus dunnii* localizado em Alegrete, RS.

Table 4. Micronutrient input in leaves, miscellaneous and coarse branches fractions from litter-fall throughout the seasons of the year in a *Eucalyptus dunnii* stand located in Alegrete, Rio Grande do Sul State.

Estação	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g ha ⁻¹ ano ⁻¹				
Folha					
Outono	17,02b	1,78b	39,88b	725,16c	5,55b
Inverno	9,11b	1,64b	37,61b	448,14c	3,7b
Primavera	67,69a	5,53a	207,25a	2821,18b	15,64a
Verão	80,66a	4,68a	248,7a	3685,34a	13,32a
Soma	174,48±35,82	13,63±1,99	533,44±110,56	7679,82±1583,52	38,22±5,81
Miscelânea					
Outono	0,28b	0,11b	1,69b	7,78b	0,26b
Inverno	0,38b	0,25b	1,26b	16,06b	0,38b
Primavera	0,98b	0,42a	5,07b	39,53b	0,95a
Verão	2,14±a	0,65a	12,07a	77,05a	1,59a
Soma	3,78±0,85	1,43±0,23	20,09±5	140,42±31,03	3,18±0,61
Galhos grossos					
Outono	0,09a	0,07a	0,43a	8,02a	0,09a
Inverno	0,02a	0,01a	0,13a	1,03a	0,02b
Primavera	0a	0a	0a	0a	0b
Verão	0,14a	0,07a	0,85a	9,89a	0,10a
Soma	0,24±0,06	0,15±0,04	1,41±0,38	18,94±4,95	0,21±0,05
Total	178,5±36,61	15,21±2,17	554,94±115,21	7839,17±1614,11	41,6±6,31

Obs.: média ± desvio padrão; médias seguidas por letras diferentes, considerando cada micronutriente e fração da serapilheira, são estatisticamente diferentes pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro; B = boro; Cu = cobre; Fe = ferro; Mn = manganês; Zn = zinco.

CONCLUSÕES

A deposição das frações folhas e miscelânea apresentou variação em relação à proximidade de coleta do tronco das árvores. Estas frações apresentaram maiores deposições na primavera e verão. O DAP das árvores não alterou a quantidade depositada da fração galhos grossos. A ordem de aporte dos micronutrientes para serapilheira e suas frações foi Mn > Fe > B > Zn > Cu. A concentração de micronutrientes nas frações da serapilheira seguiu a ordem folha > miscelânea > galhos grossos para B, Fe e Mn; já para Cu e Zn foi miscelânea > folhas > galhos grossos. A concentração média de micronutrientes foi de Mn > Fe > B > Zn > Cu, em todas as frações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. *Anuário estatístico da ABRAF 2009*: ano base 2008. Brasília, 2009. 120 p.

ABRAF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. *Anuário estatístico da ABRAF 2011*: ano base 2010. Brasília, 2011. 130 p.

BARBOSA, J. H. C. *Dinâmica da serapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica (Reserva Biológica de Poço das Antas RJ)*. 2000. 202 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

BASTRUP-BIRK, A.; BRÉDA, N. *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests – Part XI: Sampling and analysis of litterfall*. 2004, 12 p. Disponível em: < <http://www.icp-forests.org/> >. Acessado em: 8 mar. 2011.

BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R. A.; SILVA, H. D. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, n. 56, p. 31-41, 2008.

- CORRÊA, R. S.; SCHUMACHER, M. V.; MOMOLLI, D. R. Deposição de serapilheira e macronutrientes em povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden sobre pastagem natural degradada no Bioma Pampa. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 65-74, 2013.
- CORRÊA NETO, T. A.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; JACCOUD, C. F. S. Aporte de serapilheira em plantios de eucalipto em função da qualidade do sítio. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 80, p. 399-406, 2014.
- CUNHA, G. M.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; COSTA, G. S. Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no norte fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 353-363, 2005.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. p. 327-354.
- FASSEBENDER, H. W. **Modelos edafológicos de sistemas agroflorestais**. 2.ed. Turrialba: CATIE, 1993. 491 p.
- GAMA-RODRIGUES, A. C. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solo de tabuleiro da Bahia, Brasil**. 1997. 107 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- GONÇALVES, J. L. M. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica**. Piracicaba: ESALQ, 1995. 15 p. (Documentos Florestais, n. 15)
- 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. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 1-57.
- KRAMER, J. P.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das Árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1960. 745 p.
- LEITE, F. P.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; VILLANI, E. M. A. Nutrient relations during an eucalyptus cycle at different population densities. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 949-959, 2011.
- LEVETT, M. P.; ADAMS, J. A.; WALKER, T. W. Sampling variability in nutrient cycling studies in some forested ecosystems of Westland, New Zealand. **New Zealand Journal of Botany**, v. 23, p. 407-425, 1985.
- 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**, Santa Maria, 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. 118 p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELO, V. J. 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. p. 171-224.
- SANTOS, H. G.; ALMEIDA, J. A.; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRERAS, J. F.; ANJOS, L. H. C.; COELHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 353 p.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; SILVA, E. M. R. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 2, n. 2, p. 1-18, 2012.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT**: Assistência Estatística, Versão 7.6 beta. Campina Grande: UFCG, 2012. Disponível em: < <http://assistat.com/> >. Acesso em: 30 ago. 2012.

SILVA, H. D.; POGGIANI, F.; COELHO, L. C. Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus* plantadas em solos de baixa fertilidade. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 6/7, p. 9-25, 1983.

SOARES; C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O.; CARVALHO, J. G.; MOREIRA, F. M. S.; GRAZZIOTTI; P. H. Crescimento e nutrição mineral de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva com concentração crescente de cobre. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campinas, v. 12, n. 3, p. 213-225, 2000.

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. 174 p.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V. Concentração e retranslocação de nutrientes em acículas de *Pinus taeda* L. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 375-382, 2009.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; ARAÚJO, E. F.; CORRÊA, R. S.; CALDEIRA, M. V. W. Deposição de serapilheira e nutrientes em plantio de *Eucalyptus urophylla* × *E. globulus*. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 21, n. 3, p. 327-338, 2014.

YANG, L.; WANG, J.; HUANG, Y.; HUI, D.; WEN, M. Effects of the interception of litterfall by the understory on carbon cycling in *Eucalyptus* plantations of South China. *Plos One*, v. 9, n. 6, p. 1-9, 2014.

Recebido em 15/09/2014

Aceito para publicação em 01/12/2015