ENFLO
Ecologia e Nutrição Florestal
www.ufsm.br/enflo

ISSN: 2316-980X http://dx.doi.org/10.5902/2316980X19414 Artigo Científico

Biomassa arbórea e de sub-bosque e da serapilheira acumulada em povoamentos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* [1]

Simone Martini Salvador[2]; Mauro Valdir Schumacher[3]; James Stahl[4]; Joel Carvalho Santos[5]

Resumo: O presente trabalho teve por objetivos quantificar a biomassa nos diferentes componentes das árvores, na serapilheira acumulada sobre o solo e no sub-bosque. Foi realizado com híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, aos 7 anos de idade, em dois solos distintos no município de Telêmaco Borba – PR. O solo A (Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico) caracterizado por apresentar textura arenosa e o solo B (Latossolo Vermelho Distroférrico típico) com textura argilosa. Delimitaram-se quatro parcelas, localizadas em cada solo, realizaram-se a medição de todos os diâmetros e escolha das árvores a serem abatidas. As árvores foram seccionadas ao nível do solo e fracionadas nos componentes: folhas, galhos, casca, madeira do tronco e raiz, coletaram-se uma amostra representativa de cada fração, bem como se realizaram a pesagem das mesmas, para determinação da biomassa. Para a análise da serapilheira acumulada foram coletadas 10 amostras em cada parcela com uma moldura de ferro de 30 cm x 30 cm. Toda a vegetação contida dentro da área útil de cada árvore abatida (7,5 m^2) foi considerada como sub-bosque, onde se coletou toda a biomassa acima e abaixo do solo. A biomassa arbórea total do *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* para o solo A e B foi de 257,99 e 301,20 Mg ha^{-1}, respectivamente. A serapilheira acumulada sobre o solo foi superior no solo B, equivalendo a 16,62% maior em relação ao solo A. Já, o sub-bosque apresentou biomassa total de 1,08 Mg ha^{-1} para o solo A, sendo esta 47,22% superior ao solo B. Conclui-se que a biomassa arbórea total do solo B é superior a biomassa arbórea total do solo A, porém os componentes da biomassa arbórea e serapilheira acumulada no solo A apresentaram uma redução, quando comparados com os componentes do solo B, exceto os componentes raiz e sub bosque os quais apresentaram biomassa total maior no solo A.

Palavras - chave: Solos florestais; Nutrição florestal; Sustentabilidade florestal.

Tree biomass and of understorey and litter accumulated in *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*

Abstract: This study aimed to quantify the biomass in different parts of the trees, the litter accumulated on the ground and in the understory, and was conducted with *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, at seven years of age, in two different soils of Telêmaco Borba city - PR. Soil A (Cambisol Tb dystrophic Latosolic), characterized in that sandy texture and soil B (Rhodic Haplortox) with clayey. Delimited to four plots located on each floor, making the measurement of all diameters and selection of trees to be felled. The trees were cut at soil level, and the fractionated components: leaves, twigs, bark, stem wood and roots, collecting a representative sample of each fraction as well as the weight thereof, to determine biomass. For the analysis of litter accumulated were collected 10 samples in each portion with an iron frame of 30 cm x 30 cm. All the vegetation contained within the footprint of each felled tree (7.5 m^2), it was regarded as understory all the biomass collected above and below ground. The woody biomass total *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* to soil A and B was 257.99 and 301.20 Mg ha^{-1}, respectively. The litter accumulated on the soil was higher in soil B, equivalent to 16.62% in relation to the ground A. Since the understory had total biomass of 1.08 Mg ha^{-1} for soil A, which is 47.22% above the ground B. It was concluded that the total tree biomass soil B than total tree biomass soil A, but the components of woody biomass and litter accumulated in soil, showed a reduction when compared with the soil components B, except the root component and understory, which showed higher total biomass in the soil A.

Keywords: Forestry soils; Forestry nutrition; Forestry sustainability.

---

[1] Recebido em 08.09.2015 e aceito para publicação como **artigo científico** em 06.10.2016.
[2] Engenheira Florestal, M.Sc., Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: <simone.ufsm@gmail.com>.
[3] Engenheiro Florestal, Dr. nat. techn., Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: <mvschumacher@gmail.com>.
[4] Engenheiro Florestal, M.Sc., Klabin / S.A, unidade Monte Alegre <jstahl@klabin.com.br>.
[5] Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: <joelufsm@gmail.com>.

Introdução

O conhecimento do estoque da biomassa presente na madeira e nos demais componentes da árvore, bem como na serapilheira acumulada e no sub-bosque são de fundamental importância para o entendimento da estrutura de um ecossistema (LIMA, 1996; FREITAS et al., 2004). Segundo Golley (1975), a biomassa representa a matéria orgânica armazenada no ecossistema, sendo utilizada por muitos países em desenvolvimento como fonte de energia, devido a sua fonte principal (árvores) apresentar rápido crescimento, produtividade e possibilidades de uso.

A produção de biomassa de eucalipto varia entre diferentes ambientes e as características físicas e químicas dos solos desempenham um papel significativo na determinação de diferenças em produtividade (BARROS e NOVAIS, 2010). Bellote et al. (2008) afirmam que fatores como o solo, clima e manejo afetam diretamente o desenvolvimento das plantações de ciclo curto e estes quando alterados podem ocasionar variações acentuadas no crescimento e na produtividade.

A serapilheira depositada sobre o solo, durante o curto ciclo da floresta, é outro fator relevante a ser considerado na manutenção da produtividade do sítio, uma vez que esta tem estreita correlação positiva com a biomassa produzida pelos povoamentos florestais (WITSCHORECK, 2008). A serapilheira é formada principalmente por material vegetal da parte aérea das plantas, como, folhas, frutos, sementes, flores, galhos e cascas, em que as folhas, geralmente, representam a maior fração.

Em estudo realizado por Gonzalez e Gallardo (1986), evidenciou-se que existem vários fatores que interferem na deposição da serapilheira em povoamentos florestais, destacando-se o clima, o solo, as características genéticas das plantas, a idade do povoamento e a densidade de plantas.

Segundo Schumacher e Hoppe (1998), no interior de um povoamento florestal a serapilheira depositada sobre o solo desempenha papel fundamental na manutenção das condições essenciais para o processo de infiltração d'água, bem como, para a fertilidade e para os níveis de nutrientes no solo. A serapilheira assume o papel de estoque potencial de nutrientes para o sistema, devido a sua decomposição que resulta no acúmulo da matéria orgânica no solo e consequentemente na liberação de seus nutrientes para a biota, auxiliando na dissipação de parte do dióxido de carbono, garantindo assim a fertilidade e a produtividade do sítio (SCHUMACHER e HOPPE, 1998).

Costa (1990) salienta ainda que, a heterogeneidade da comunidade vegetal, no caso do sub-bosque de povoamentos florestais, pode corroborar para a manutenção dos nutrientes no sistema solo-planta. Em função das diferentes exigências nutricionais, quanto maior a heterogeneidade da comunidade vegetal, melhor será o equilíbrio dos nutrientes no ecossistema.

Apesar da competição por água e nutrientes, de modo geral em longo prazo a presença de sub-bosque atua positivamente na ciclagem de nutrientes, favorecendo a fixação de nitrogênio e enriquecendo a serapilheira, auxiliando na sua decomposição e na disponibilização de nutrientes, bem como da elevação dos teores de carbono no solo e do estoque de nutrientes para as próximas rotações (SCHUMACHER et al., 2011). Os mesmos autores destacam ainda que, o sub-bosque desempenha um aspecto conservacionista muito importante, em que juntamente com as árvores de eucalipto, este funciona como uma barreira física ao escoamento superficial, protegendo o solo contra a erosão, que se constitui no principal degradador da produção florestal.

Diante de tamanha importância e relevância de estudos que envolvam fatores que atuam diretamente na produtividade e manutenção de povoamentos florestais, o presente trabalho teve por objetivo quantificar a biomassa arbórea acima do solo, a biomassa do sub – bosque e a serapilheira acumulada sob o piso florestal em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, em solos distintos, no município de Telêmaco Borba - Paraná.

Material e métodos

Descrição da área de estudo

O presente estudo foi realizado em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, na Fazenda Monte Alegre, no município de Telêmaco Borba – Paraná. O clima da região, segundo a classificação de Moreno (1961), é do tipo Cfb (Clima subtropical úmido), com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões amenos, sem estação de seca. As temperaturas médias anuais oscilam em torno de 19 °C e a precipitação de 1.184 mm anuais, com média do mês mais quente variando entre 27 ºC e do mês mais frio em torno de 13ºC.

Na Figura 1 é possível observar as variações mensais de temperatura e a precipitação no local do estudo durante o período de setembro de 2006 a julho de 2014 (período de desenvolvimento dos povoamentos).

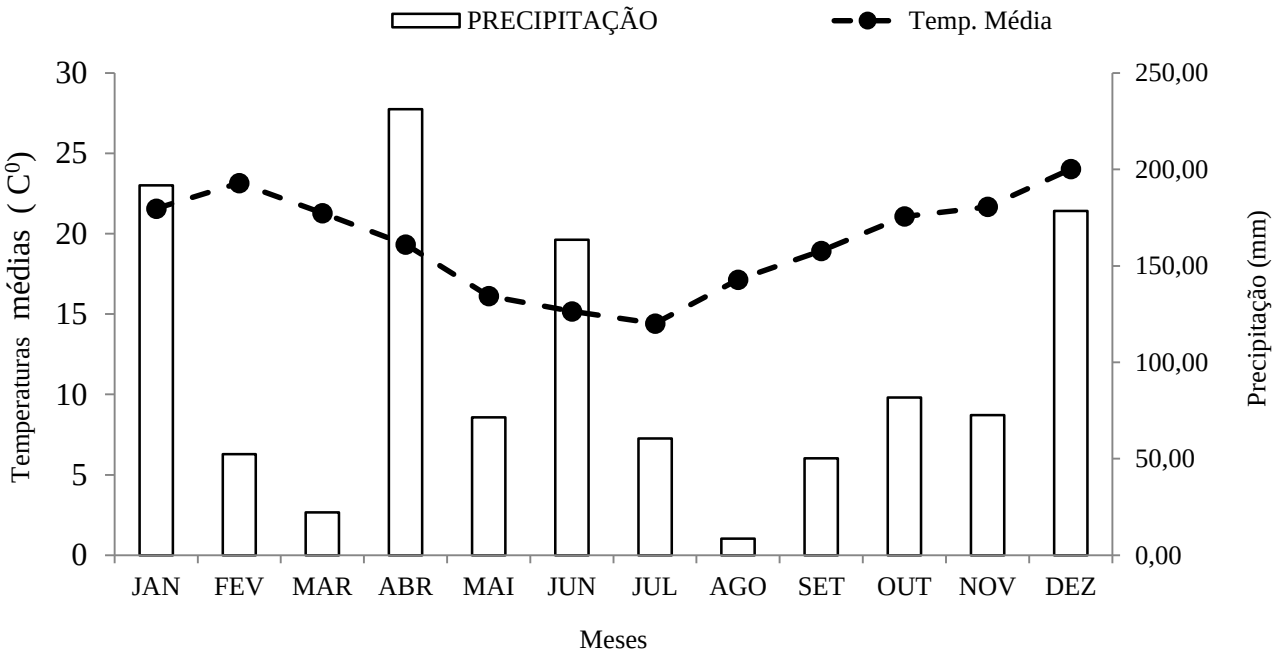

Figura 1 - Distribuição da precipitação e temperatura média para a cidade de Telêmaco Borba – PR, para o período de 09/2006 – 07/2014. Fonte: SIMEPAR – PR (Sistema Meteorológico do Paraná).
Figure 1- Distribution of precipitation and temperature average, of Telêmaco Borba city – PR, for the period 09/2006 – 07/2014. Source: SIMEPAR - PR (Meteorological System of Parana).

Histórico da área do estudo

A área de estudo foi implantada em setembro de 2006 (solo A - Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico), e novembro de 2007 (solo B - Latossolo Vermelho Distroférrico típico). O plantio foi realizado com espaçamento de 3,0 m x 2,5 m e densidade inicial de 1.333 plantas ha^{-1}.

Para o plantio se realizou uma subsolagem do solo na linha de plantio, com profundidade de 45 cm, onde foi incorporada uma dosagem de 200 kg ha^{-1} de fosfato natural de rocha, aplicados na linha de subsolagem. Após 10 dias do plantio foram realizadas outras duas adubações, sendo a primeira uma adubação de base de 15 kg ha^{-1} de N, 35 kg ha^{-1} de P, 15 kg ha^{-1} de K (90 dias após o plantio), e a segunda foi uma adubação de cobertura (12 meses após o plantio), onde se utilizou 40 kg ha^{-1} de N (uréia), 5 kg ha^{-1} de P (superfosfato triplo), 65 kg ha^{-1} de K (cloreto de potássio) + 1,5 kg ha^{-1} de B.

Amostragem de biomassa

Foram selecionadas áreas dentro da Fazenda em dois tipos de solo: O primeiro em solo com textura arenosa (solo A - Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico), e o segundo em solo com textura argilosa (solo B - Latossolo Vermelho Distroférrico típico). Em cada tipo de solo foram demarcadas 4 parcelas amostrais de forma aleatória, com área de 2.550 m^2 cada. Cada parcela foi composta por 17 linhas contendo 20 plantas, com espaçamento entre plantas de 3 m x 2,5 m, onde se realizou a medição de todos os diâmetros a altura do peito das árvores. Com base nestes diâmetros foi selecionada a árvore de diâmetro médio – um desvio padrão (-1σ), diâmetro médio, e diâmetro médio + um desvio padrão (+1σ) de cada parcela, totalizando 12 árvores amostrais em cada solo (Adaptado de VIERA, 2012).

As árvores selecionadas foram seccionadas ao nível do solo e fracionadas nos seguintes componentes: folhas, galhos (considerou-se como constituinte da fração galhos, todos os galhos que foram encontrados desde a base até o ápice da árvore, sem distinção entre vivos e mortos), casca do tronco, madeira do tronco e raízes. A quantidade de biomassa verde destes componentes da árvore foi determinada por meio da pesagem com uma balança de gancho, no campo.

Foram coletadas amostras representativas (200 g) de cada componente da biomassa das árvores, com exceção da casca da madeira e da madeira do tronco as quais foram obtidas por meio de discos de madeira de 4 cm de espessura (casca e madeira) nas seguintes posições conforme a altura comercial: base, 25%, 50%, 75%, 100% e ponteira, sendo considerada a fração de 100% (diâmetro mínimo de 8 cm).

Após pesadas em campo, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas para o laboratório de Ecologia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria. A determinação da biomassa seca das árvores foi realizada indiretamente através do teor de umidade das amostras de cada componente. No caso da casca e da madeira do tronco foi utilizado o teor de umidade no disco de madeira, coletado em cada um dos segmentos da altura comercial e da ponteira.

Para avaliar a serapilheira acumulada sobre o solo foram coletadas amostras antes do aporte das árvores, a fim de coletar somente o que havia sido depositado naturalmente sobre o solo. Usou-se uma moldura de 30 cm x 30 cm distribuídas aleatoriamente dentro das parcelas, como forma de se obter uma amostra bem representativa de toda a área da parcela. Foram coletadas 10 amostras em cada parcela, totalizando 40 amostras de serapilheira acumulada sobre o solo, o processo foi realizado em cada tipo de solo. O peso real foi determinado diretamente por meio da secagem e pesagem de cada amostra.

Considerou-se como sub-bosque todo tipo de vegetação de ocorrência espontânea, seja nativa ou exótica, contida dentro da área útil de cada árvore abatida (7,5 m^2). Coletou-se, então, toda a biomassa acima e abaixo do solo que, posteriormente foi pesada e homogeneizada. No total foram coletadas 12 amostras de sub-bosque em cada tipo de solo.

Todas as amostras de biomassa, sub–bosque e serapilheira foram encaminhadas para o Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde foram secas a 70°C, em estufa de circulação e renovação de ar, até a estabilização do peso e pesadas novamente para determinação da massa seca.

A estimativa da biomassa por hectare, de cada um dos componentes das árvores de eucalipto, foi realizada utilizando a biomassa média e o número de árvores por hectare em cada tipo de solo do povoamento. No caso do sub-bosque e da serapilheira acumulada à estimativa foi possível mediante extrapolação da biomassa média em função da área amostral.

Análise do solo

Os solos encontrados na área de estudo são: Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico (A), que são solos de fertilidade natural variável,

com a presença de um horizonte A moderado de argila de baixa atividade, textura média leve (franco arenosa), e relevo plano, suave ondulado a forte ondulado com a ocorrência de pedras na massa do solo; e o Latossolo Vermelho Distroférrico típico, tendo como características mais marcantes: um horizonte A moderado com textura argilosa e muito argilosa, e relevo plano, suave ondulado a ondulado (EMBRAPA, 2006).

Para as análises físicas e químicas do solo, realizadas na área de estudo, usou-se o auxílio de um trado de rosca para a coleta. Cada amostra foi coleta em diferentes profundidades, sendo elas: 0 - 20; 20 – 40 e 40 – 60. Foram coletas 30 amostras por profundidade em cada parcela no solo A e em cada parcela no solo B, escolhidas de forma aleatória, com o objetivo de mapear toda a área da parcela amostrada. Após cada coleta, as amostras foram colocadas em baldes identificados pela respectiva profundidade. De posse de todas as coletas em cada profundidade, esta foi homogeneizada e, por fim, coletou-se uma amostra final de cada profundidade para ser enviada ao laboratório.

No total foram coletadas 12 amostras no solo A (Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico) e 12 amostras no solo B (Latossolo Vermelho Distroférrico típico). Estas amostras foram encaminhadas para análise no Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, seguindo a metodologia de Tedesco et al. (1995) preconizada pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS / SC (2004).

Análise dos dados

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

Solo

Na Tabela 1 se pode observar as características físicas para ambos os tipos de solo, analisados pelo presente estudo, em povoamentos florestais de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis.*

Tabela 1 - Atributos físicos do solo em diferentes solos com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, em solos distintos na região de Telêmaco Borba – PR.
Table 1 - Soil physical attributes in different soil whit *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* in distinct soils of Telêmaco Borba city - PR.

Solo*	Prof	Distribuição do tamanho de partículas (%)			
	cm	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
A	0-20	39,89	40,36	4,19	15,56
	20-40	40,33	40,5	2,11	17,06
	40-60	40,72	37,05	3,67	18,56
B	0-20	14,68	6,87	28,23	50,22
	20-40	16,51	5,79	31,48	46,22
	40-60	16,18	6,73	26,87	50,22

* A = Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico; B* = Latossolo Vermelho Distroférrico típico.

A diferenciação das partículas do solo possibilita conhecer o potencial de uso e manejo do solo na área, por exemplo, a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, o risco de erosão, o potencial de mecanização, além de influenciar na dinâmica das frações da matéria

orgânica (MO), entre outros fatores.

Na Tabela 2 podemos observar o teor de nutrientes encontrados no solo A e B, respectivamente, até a profundidade de 60 cm, em plantios de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*.

Tabela 2 - Atributos químicos do solo em um povoamento *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, em solos distintos na região de Telêmaco Borba – PR.
Table 2 - Chemical soil attributes in planting of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* in distinct soils the region of Telêmaco Borba - PR.

Solo*	Prof	MO	pH	P	K	S	B	Cu	Zn	V	M	Ca	Mg	$CTC_{efet.}$
	cm	%	H_2O	---------- mg dm^{-3} ----------						----- % -----		----- $cmol_c$ dm^{-3} -----		
A	0-20	1,79	3,97	1,61	30,92	9,08	0,55	1,25	0,54	2,54	89,92	0,09	0,07	2,30
	20-40	1,32	3,97	1,12	20,08	10,28	0,63	1,22	0,48	1,53	96,19	0,06	0,05	2,41
	40-60	1,42	3,95	0,89	35,11	13,03	0,67	1,19	0,43	2,68	93,36	0,06	0,05	2,47
B	0-20	3,39	3,98	0,86	45,04	26,13	0,61	2,65	0,58	2,89	80,02	0,18	0,45	3,72
	20-40	2,45	4,19	0,68	32,59	23,36	0,61	2,06	0,25	1,00	91,76	0,05	0,11	2,85
	40-60	1,72	4,41	0,68	27,63	11,26	0,56	1,40	0,19	0,75	94,25	0,03	0,03	2,29

* A = Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico; B* = Latossolo Vermelho Distroférico típico. Os dados de análise física como química foram processados pelo Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria.

De acordo com a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS), o valor da CTC efetiva de 2,30 cmolc /dm^3 – 3,72 cmolc /dm^3 (extremamente baixo) reflete que ambos os solos analisados apresentam baixa capacidade de reter cátions.

Além disso, os dois tipos de solo apresentaram teores extremamente baixos dos nutrientes (Ca, Mg, K, P, B, S e Zn). Por outro lado, valores altos de m indicam solos com alto impedimento ao crescimento da planta, por toxidez de alumínio (> 40%), em geral, quanto mais ácido é um solo maior é o teor de Al trocável em valor absoluto e menor são os teores de Ca, Mg e K, assim menor é a soma de bases e maior é a percentagem de saturação por alumínio (LOPES e GUILHERME, 2004).

Valores altos de V (> 50%) são desejáveis (CQFS), porque refletem alto potencial do solo para nutrição da planta, porém os dois tipos de solos apresentam V < 50%, são portanto considerados solos de baixa fertilidade.

Além disso, os solos analisados apresentaram acidez excessiva (pH < 4). Como a planta retira seus nutrientes diretamente da solução do solo o pH dessa solução afeta diretamente a eficiência da absorção de nutrientes pelas células das raízes da planta e, assim, afetam sua produtividade (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995).

Quantificação da biomassa arbórea, do sub-bosque e da serapilheira acumulada

Na Tabela 3 se pode verificar uma pequena variabilidade nas variáveis dendrométricas para os diferentes tipos de solo observados, no híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*.

O número inicial de plantas de eucalipto foi de 1333 árvores ha^{-1}, após 7 anos ocorreu redução média dos dois tipos de solo analisados para 1243 árvores ha^{-1}. O volume total médio para o solo B (solo com textura argilosa) foi 4,22% superior ao volume médio do solo A, que correspondeu a 448,00 m^3ha^{-1} (solo com textura arenosa), e o volume comercial médio foi de 4,13% também superior para o solo tipo B. Para a altura média das árvores houve um aumento de 1,4 m para o solo do tipo B.

Tabela 3 - Variáveis dendrométricas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em cada tipo de solo.
Table 3 - Dendrometric variables of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* in each soil type.

Solo	Variável	DAP	Altura	G	V com.	V total
		cm	m	m² ha^{-1}	m³ ha^{-1}	
A	Média	18,07	27,3	34,92	423,50	448,00
	DesvPad	0,52	0,63	0,64	13,62	12,35
	CV %	2,88	2,31	1,83	3,22	2,76
B	Média	17,80	28,7	33,43	441,75	467,75
	DesvPad	0,59	1,19	2,73	45,08	46,31
	CV %	3,31	4,15	8,17	10,20	9,90

Onde: DAP=diâmetro altura do peito; G=área basal; V com.=volume comercial, V total=volume total; DesvPad= desvio padrão da média e CV= coeficiente de variação da média.

A biomassa arbórea total do *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* para o solo A foi de 257,99 Mg ha^{-1}, já, para o solo B a biomassa total foi de 301,20 Mg ha^{-1}. A serapilheira acumulada sobre o solo foi superior no solo B, o que equivale a 16,62% maior em relação ao solo A. No sub-bosque foi constatada biomassa total de 1,08 Mg ha^{-1} para o solo A, sendo esta 47,22% superior ao solo B, o qual apresentou uma biomassa total de 0,57 Mg ha^{-1}, como se pode observar na Tabela 4.

Considerando a produção de biomassa por componente, o solo B apresentou valores superiores na proporção de 34,91%, 39,25%, 46,21% e 14,22%, respectivamente para folhas, galhos, casca do tronco e madeira do tronco, em relação ao solo tipo A. Para o componente raiz, a maior produção ocorreu no solo tipo A, com 14,17% superior ao solo B. Quanto à produção de biomassa total, o solo B apresentou 14,35% a mais, em relação ao solo A.

Isso ocorreu, pois segundo Benatti (2013), em solos de baixa fertilidade, como é o caso de ambos os solos analisados pelo presente estudo, o aumento do teor de argila tende a propiciar maior retenção de água, influenciando o fluxo de nutrientes e consequentemente o aumento da produção de biomassa em um ecossistema florestal.

Em estudo realizado por Zhang et al. (2012), no Delta do Rio das Pérolas (PRD) no sul da China, ao agruparem espécies de eucalipto em três faixas etárias: < 6 anos, 6-15 anos e > 16 anos encontraram crescente acúmulo de biomassa em função da idade do povoamento, atingindo, respectivamente 54,63 Mg ha^{-1}, 136,94 Mg ha^{-1} e 186,43 Mg ha^{-1}. Freitas et. al (2004) ao estudarem a produção de biomassa em um povoamento de *E. grandis* aos 9 anos de idade encontraram uma produção total de biomassa de 142,31 Mg ha^{-1}. Padrão similar foi observado por Benatti (2013) estudando um clone de eucalipto com 6,5 anos de idade, na região dos Campos das Vertentes em MG, onde o autor encontrou 143,87 Mg ha^{-1} de biomassa arbórea.

Ao analisar a contribuição de cada componente da biomassa arbórea, observou-se que os compartimentos madeira do tronco e casca do tronco representam quase que toda a biomassa seca do eucalipto (81%). Geralmente a biomassa acima do solo é distribuída na seguinte ordem: madeira > galhos > casca > folhas (CURLIN, 1970), sendo esta sequência semelhante à encontrada neste estudo e similar ao observado por Schumacher et al. (2011) ao estudarem um povoamento de *E. saligna* aos 7 anos de idade, plantado no Horto Florestal Barba Negra, RS. Os autores encontraram a maior contribuição de biomassa na seguinte ordem: madeira > casca > ramos > folhas.

Laclau et al. (2000), estudando a dinâmica da

biomassa arbórea em uma plantação de *Eucalyptus* aos 7 anos de idade, no Congo, obtiveram valores semelhantes ao encontrado neste estudo, sendo que o compartimento madeira representou 84% de toda a biomassa seca. Além disso, Schumacher e Hoppe (1998), salientam que os troncos das árvores representam, em média, mais de 80% da biomassa aérea em uma plantação madura.

Tabela 4 - Biomassa arbórea, de sub-bosque e da serapilheira acumulada em povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*.
Table 4 - Tree biomass, of understory and litter in a stand of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*.

Solo	Componente (Mg ha^{-1})	Estatística Descritiva		
		Média	Desvpad	Cv %
A	Folhas	2,61 b	1,81	69,35
	Galhos	6,95 b	4,48	64,47
	Casca do tronco	13,49 b	5,31	44,01
	Madeira do tronco	191,90 a	81,26	45,00
	Raízes	43,05 b	15,66	36,37
	Total	257,99 (93,30%)	—	—
	Serapilheira	17,45 (6,31%)		
	Sub-bosque	1,08 (0,39%)		
	Biomassa total (Mg ha^{-1})	**276,52**		
B	Folhas	4,01 b	2,09	52,11
	Galhos	11,44 b	9,74	85,13
	Casca do tronco	25,08 b	36,89	160,30
	Madeira do tronco	223,73 a	112,27	50,18
	Raízes	36,95 b	4,24	11,47
	Total	301,21(93,34%)	—	—
	Serapilheira	20,93 (6,49%)		
	Sub-bosque	0,57 (0,18%)		
	Biomassa total (Mg ha^{-1})	**322,71**		

Onde: Desvpad = desvio padrão da media; CV = coeficiente de variação do conjunto de dados. Letras diferentes na vertical indicam diferenças significativas entre os componentes da biomassa, ao nível de 0,05 de significância, pelo teste de Tukey. Valores entre parênteses se referem à contribuição percentual do respectivo compartimento em relação à biomassa total do povoamento.

De acordo com Caldeira et al. (2008), a distribuição e o acúmulo de biomassa sofre algumas restrições em função: da cobertura vegetal, do clima, da idade dos povoamentos, da época do ano e, principalmente, das condições do tipo de solo e da espécie. Já, Guimarães (2014) ressalta que fatores genéticos (melhoramento e procedências), edafoclimáticos e manejo estão relacionados diretamente a capacidade de produção das espécies.

Além disso, Gonçalves et al. (2000), explicam que esse comportamento da

distribuição de biomassa nos diferentes componentes, ao longo do desenvolvimento dos povoamentos florestais, está nas fases nutricionais das árvores.

Para os resultados de serapilheira acumulada se encontrou nesta pesquisa valor similar aos relatados por Brun et al. (2013) ao analisarem um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii, em que* encontraram um acúmulo de 19,5 Mg ha^{-1} de serapilheira depositada sob o piso florestal. Tal situação também foi encontrada por Andrade et al. (2006), os autores constataram a biomassa de serapilheira acumulada de 21,3 Mg ha^{-1} em povoamentos de *Eucalyptus grandis* aos 86 meses de idade.

O acúmulo de serapilheira sobre o solo tende a variar de acordo com o crescimento das árvores do sítio. Porém, tal aspecto pode ser variável de espécie para espécie, de híbrido para híbrido ou de clone para clone, também de acordo com as condições de solo e clima do local de plantio (BRUN et al., 2013).

Além disso, Caldeira et al. (2008) salientam que a quantidade de serapilheira acumulada sobre o solo varia em função da procedência, da espécie, da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta, do sítio, das condições edafoclimáticas, do regime hídrico, do sub-bosque, do manejo silvicultural, da proporção de copa, bem como, da taxa de decomposição e dos distúrbios naturais, como: fogo e ataque de insetos, ou distúrbios artificiais, como: remoção da serapilheira e cultivos ocorridos na floresta ou no povoamento.

Para o compartimento sub-bosque os valores encontrados podem ser atribuídos à melhoria das condições ambientais do sub-bosque, estas proporcionadas pela deposição de grande quantidade de serapilheira rica em nutrientes.

Fatores como densidade das copas (CALEGARIO et al., 1993), abertura do dossel, condições edáficas favoráveis (RAJVANSHI et al., 1983), densidade do talhão (HARRINGTON e EWEL, 1997), condições de sítio e tipo de manejo, bem como da espécie plantada, idade do povoamento e vizinhança (ONOFRE et al., 2010) tem sido apontados como importantes na promoção da regeneração natural do sub-bosque, além da proximidade a fontes de propágulos.

Para o componente raiz houve uma inversão nos valores encontrados para os distintos solos, quando comparados com a contribuição dos demais compartimentos para a biomassa total seca. No solo A (Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico), a produção de raízes foi maior, representando 16,60% da biomassa total, já para o solo B (Latossolo Vermelho Distroférrico típico), as raízes contribuíram com apenas 12,27% para a biomassa total.

Reis et al. (1985), estudando o acúmulo de biomassa numa sequência de idades de *Eucalyptus grandis*, em duas áreas com diferentes produtividades, estimaram na área menos produtiva uma participação percentual maior do sistema radicular. Como forma de compensar a baixa fertilidade do solo, as plantas desenvolvem um sistema radicular mais extenso, capaz de acessar um maior volume de solo, o que pode justificar a maior biomassa de raízes no solo A, encontrado neste estudo.

A proliferação de raízes em ambientes com menor concentração de nutrientes é um comportamento adaptativo bem conhecido e necessário para aumentar a eficiência de absorção de nutrientes de baixa mobilidade no solo (BARBER, 1995). Em solos arenosos, como é o caso do solo A no presente estudo, a lixiviação de nutrientes é elevada, porém, há uma maior porosidade no solo, o que faz com que as plantas consigam desenvolver um sistema radicular capaz de penetrar até grandes profundidades e se expandirem em busca de nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta.

Gonçalves e Mello (2005) constatam que em solos com baixa disponibilidade de água e nutrientes as árvores tendem a produzir raízes mais longas, assim exploram um maior volume de solo num menor período de tempo, o que consequentemente aumenta a biomassa total de raízes, o mesmo fato pode ser corroborado nos resultados encontrados neste estudo no solo A (Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico).

Conclusões

Todos os componentes da biomassa arbórea e da serapilheira acumulada no solo A (Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico, com textura arenosa) apresentaram uma redução, quando comparados com os componentes do solo B (Latossolo Vermelho Distroférrico típico, com textura argilosa), exceto os componentes raiz e sub bosque, os quais apresentaram biomassa total maior no solo A.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Klabin, unidade Monte Alegre, pelo apoio dado ao desenvolvimento do projeto concedendo a área particular para estudo e pelo apoio logístico-financeiro, bem como, ao CNPq pela bolsa de pesquisa concedida ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, G. C. et al. Acúmulo de Nutrientes na Biomassa e na Serapilheira de *Eucalyptus grandis* em Função da Aplicação de Lixo Urbano e de Nutrientes Minerais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 109-136 jul./dez. 2006.

BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavaliability: a mechanistic approach**. New York: J. Willey, 414 p. 1995.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Solos e nutrição florestal: Contribuição para a silvicultura brasileira. **Revista Opiniões**, Ribeirão Preto – SP. p. 26. mar/mai. 2010.

BELLOTE, A. F. J. et al. 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, jan./jun. 2008.

BENATTI, B.P. **Compartimentalização de biomassa e nutrientes em estruturas de plantas de eucalipto cultivadas em solos distintos**. 2013. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

BRUN, E. J. et al. Relação entre o acúmulo de serapilheira sobre o solo e variáveis dendrométricas em povoamento híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii*, em Eldorado do Sul/RS. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v.1, n.1, p.24-31, jan./abr., 2013.

CALDEIRA, M.V.W.et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p.53-68, 2008.

CALEGARIO, N. et al. Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de Eucalyptus. **Revista Árvore**, Viçosa, v.17, n.1, p.16-29, 1993.

COSTA, L. M. Manejo de solos em áreas florestais. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (eds.) Relação solo eucalipto. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, cap. 6, p. 237-302, 1990.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 400 p. 2004.

CURLIN, J. W. Nutrient cycling as a factor in site productivity and forest fertilization. In: Youngberg, C. T. e C. B. Davey. (Eds.). **Tree growth and forest soils**. Oregon: Oregon State University Press, p. 313 – 326, 1970.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI,

2006.

FREITAS et al. Biomassa e conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden plantado em solo sujeito a arenização, no município de Alegrete - RS. **Biomassa e Energia**, Viçosa – MG, v.1, n.1, p.93-104, 2004.

GUIMARÃES, C. **Biomassa e nutrientes em plantios de Eucaliptos no bioma pampa.** 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

GOLLEY, F. B. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida.** Tradução de Eurípides Malavolta. São Paulo: EPU, 256 p. 1975.

GONÇALVES, J. L. M. 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, SP: IPEF, 427 p. 2000.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF/ESALQ/USP, 221-267 p. 2005.

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

HARRINGTON, R.A.; EWEL, J.J. Invasibility of tree plantations by native and non-indigenous plant species in Hawaii. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v.99, p.153-162, 1997.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2ed. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 301 p. 1996.

LACLAU, J. P. et al, Dinâmica de biomassa e acúmulo de nutrientes em uma plantação clonal de Eucalyptus no Congo. **Forest Ecology and Management**, v.128, n.3, p.181-196, 2000.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Interpretação de análise de solo: Conceito e Aplicações. **Boletim Técnico**, n. 2, 50 p. 2004.

MACHADO, C.C. et al. O setor florestal brasileiro e a colheita florestal. In: MACHADO, C.C. (Ed.) **Colheita Florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 15-42 p. 2008.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 251 p. 1980.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**.2 ed. London: Academic Press, 889 p. 1995.

MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 73 p. 1961.

ONOFRE, F. F, et al. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 39-52, mar. 2010.

RAJVANSHI, A. et al. A comparative study of undergrowth of sal forest and Eucalyptus plantation at Golatappar Dehra Dun during rainy season. **Indian Journal Agronomy**, New Delhi, v.6, p.117-119, 1983.

REIS, M. G. F. et al. Acúmulo de biomassa em uma sequência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**, v. 9, n. 2, p. 149- 162, jul./dez. 1985.

SAS. **Statistical analysis system**: Programa de computador, ambiente VM. Cary, Versão 6.08. 1993.

SIMEPAR – **Instituto Tecnológico do Paraná**.

Curitiba, 2014.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A Floresta e a Água**. Porto Alegre: Pallotti, 70 p. 1998.

SCHUMACHER et al. Biomassa em povoamentos de *Eucalyptus* spp. de pequenas propriedades rurais em Vera Cruz, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 17-22, jan.-mar., 2011.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS. 118 p. (Boletim Técnico) 1995.

VIERA, M. **Dinâmica nutricional em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus***. 2012. 120 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

ZHANG, H. et al. Armazenamento de biomassa e carbono em plantações de eucalipto e acácia no Delta do Rio das Pérolas, sul da China. **Forest Ecology and Management**, v.227, p. 90-97, 2012.

WITSCHORECK, R. **Biomassa e nutrientes no corte raso de um povoamento de Pinus taeda l. de 17 anos de idade no município de cambará do sul-RS.** 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.