

BIOMASSA DE RAÍZES FINAS EM *Eucalyptus urograndis*, NO SUL DO BRASIL

Fernanda Dias dos Santos (Engenheira Florestal, Mestranda do programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria) E-mail: fernandadiotti@hotmail.com

Roberta Aparecida Fantinel (Engenheira Florestal-Unipampa)

Ângela Maria Mendonça (Mestre em Engenharia Ambiental-UFSM)

Mauro Valdir Schumacher (Eng. Florestal, Dr. nat. Techn., Prof. Adjunto do Departamento de Ciências Florestais-UFSM)

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo quantificar a biomassa das raízes finas ($\varnothing < 2$ mm) de um povoamento de *Eucalyptus urograndis*, no município de Maçambará-RS. Foram amostrados três monólitos de 25 cm x 25 cm, dividido em 10 perfis geométricos nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90 e 90-100 cm. A biomassa de raízes finas encontrada foi 569,74 kg ha⁻¹, destacando que 79,9% do total estava nos primeiros 30 cm de solo.

Palavras-chave: Nutrição florestal, solos florestais, sistema radicular.

FINE ROOTS IN *Eucalyptus urograndis*, IN SOUTHERN BRAZIL

Abstract: This study aims to stand the biomass of fine roots ($\varnothing < 2$ mm) of a *Eucalyptus urograndis*, in the city of Maçambará-RS. Three monoliths were sampled 25 x 25, divided into 10 sections in the depths of 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90 and 90-100 cm. The fine root biomass found was 569,74 kg ha⁻¹, noting that 79,9% of fine roots were concentrated in the first 30 cm of soil.

Keywords: Forest nutrition, forest soils, root system.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus*, originário da Austrália, pertence à família Myrtaceae, com cerca de 600 espécies e grande número de variedades e híbridos (GONZAGA, 1983). No Brasil a formação de povoamentos florestais do gênero *Eucalyptus* originou-se no início do século XX, com a introdução da espécie no Estado de São Paulo, tendo como propósito à produção de dormentes, postes telegráficos e lenha para as suas locomotivas (SILVA et al., 2008).

O melhoramento genético do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* originou o híbrido *Eucalyptus urograndis*. Esse melhoramento teve como finalidade obter plantas com bom desenvolvimento, madeira com maior densidade, aumento no rendimento e melhorias nas propriedades físicas da celulose.

O uso e manejo do solo é um dos fatores que influência na implantação e condução da cultura do eucalipto.

Conhecer a biomassa de raízes e a sua distribuição no solo de acordo com Sainju; Good (1993) é um aspecto importante que visa compreender as relações da parte aérea das plantas e as características edáficas, principalmente no que se refere aos padrões de absorção de água e nutrientes por parte dos indivíduos.

A absorção de água e nutrientes pelas raízes é essencial para o desenvolvimento da planta, pois são elas que promovem a interação entre o solo e a parte aérea, auxiliando na ação da erosão do solo, aumentando a capacidade de infiltração de água no solo, fornecendo exsudados para os microrganismos, além de fazerem ancoragem da planta, ainda conforme Bertoni; Neto (2005) a arquitetura das raízes e o seu desenvolvimento tem influência do sítio.

Quantificar e conhecer a distribuição do sistema radicular no perfil do solo segundo Martins et al. (2004) é importante para entender a nutrição e o balanço hídrico da árvore. Ainda de acordo com Lopes, (2009) o comportamento inicial do desenvolvimento de uma

floresta, a maior parte dos carboidratos assimilados é canalizada para a produção de biomassa da copa e das raízes.

As raízes finas das plantas constituem um dos principais meios para acessar os recursos do solo, onde o comprimento e número são indicadores da capacidade de absorção de nutrientes (RYLTER, 1997).

Para Witschoreck et al. (2003) a função das raízes finas das árvores torna-se ainda mais importante quando se trata de florestas localizadas sobre os solos de baixa fertilidade, onde o mecanismo de sincronização entre a decomposição e a absorção de nutrientes é fundamental para garantir o suprimento, bem como evitar perdas indesejáveis por lixiviação de nutrientes.

O trabalho teve como objetivo quantificar a biomassa e a densidade das raízes finas em um povoamento de *Eucalyptus urograndis*, no município de Maçambará, Estado do Rio Grande do Sul.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização do sítio

O presente trabalho foi realizado em uma área com povoamento de *Eucalyptus urograndis* com espaçamento de 3 m x 2 m, localizado no município de Maçambará na fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul. Maçambará situa-se entre as coordenadas geográficas 29°02'33.78" de latitude sul e 55°19'44.07" de longitude oeste em uma altitude média de 192 m (Figura 1).

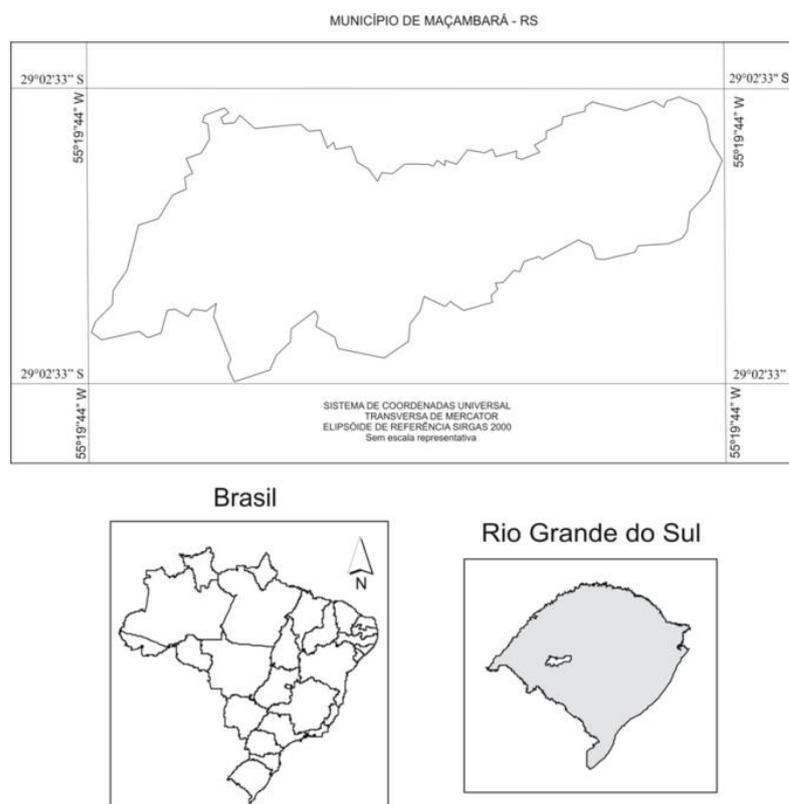


Figura 1 – Localização do município de Maçambará - RS, 2016.

2.2. Clima e precipitação

O clima da região de estudo, de acordo com a classificação climática de Köppen é classificado como Cfa – subtropical, sem estação seca definida, com precipitação média anual de 1.700 mm e temperatura média anual de 19 °C (ALVARES et al., 2013).

A precipitação média de março de 2015 até março de 2016 totalizou 1.745 mm, segundo dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) informados pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2016).

2.3 Solo

O preparo do solo para o plantio do *Eucalyptus urograndis* constituiu-se de uma subsolagem de 30 cm de profundidade restrita às linhas de plantio, assim como procedeu-se com a adubação.

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (2006) o solo que ocorre na região é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo), caracterizado por um solo bem drenado e sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, apresentando areia quartzosa em todos os horizontes.

2.5 Características químicas do solo de Maçambará

Nas camadas superiores, nota-se uma maior quantidade de matéria orgânica, assim como o pH mais básico quando comparado as camadas inferiores, conseqüentemente, tendo maior quantidade de alumínio trocável nas camadas onde têm menos matéria orgânica (Tabela 1). Os teores mais altos de fósforo e potássio encontram-se nas camadas inferiores.

Tabela 1 – Características químicas do solo de Maçambará - RS.

Profundidade	MO	pH (H ₂ O)	Al	Ca	Mg	P	K	Al+H	CTC _{efet.}	CTC _{pH 7}	V	m
	%		cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³			%	
(0-10)	0,2	4,9	0,6	0,1	0,1	4,1	10,5	2,8	0,8	3,0	6,8	76,2
(10-20)	0,2	4,7	0,7	0,1	< 0,05	3,2	10,8	2,6	0,8	2,7	3,6	88,9
(20-30)	0,2	4,8	0,9	0,1	< 0,05	4,1	10,6	2,7	1,1	2,8	4,4	88,4
(30-40)	0,2	4,7	0,9	0,1	< 0,05	4,3	10,5	2,7	1,0	2,8	3,8	89,0
(40-50)	0,2	4,7	0,9	0,1	< 0,05	4,4	10,5	2,7	0,9	2,8	3,1	91,2
(50-60)	0,2	4,7	0,9	0,1	< 0,05	4,7	10,5	2,7	1,0	2,8	4,6	87,2
(60-70)	0,2	4,7	0,9	0,1	< 0,05	5,4	10,5	2,7	1,0	2,8	3,0	91,8
(70-80)	0,1	4,8	0,9	0,1	< 0,05	5,5	10,6	2,7	1,0	2,9	5,2	86,0
(80-90)	0,1	4,8	0,9	0,1	< 0,05	6,9	10,6	2,8	1,0	2,9	4,0	89,4
(90-100)	0,1	4,7	0,9	0,1	< 0,05	6,2	10,6	2,9	1,0	2,9	3,0	91,6

2.6 Biomassa de raízes finas

O estudo desenvolveu-se em um povoamento manejado sob uma adubação de fosfato natural na dosagem de 416 Kg ha⁻¹. A coleta das raízes foi realizada a partir de três monolitos, sendo um na linha, entre linha e na diagonal.

Para a abertura e coleta dos monolitos foi utilizada uma moldura de ferro de 25 cm x 25 cm. Em seguida foram abertas trincheiras com auxílio de pás e enxadas até a profundidade de 100 cm, após a abertura da trincheira, foram eliminadas as irregularidades na parede, deixando-a perfeitamente no prumo e em sequência foram distribuídas em 10 diferentes camadas em profundidade do solo (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-50 cm, 50-60 cm, 60-70 cm, 70-80 cm, 80-90 cm e 90-100 cm).

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e encaminhados para o Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, sendo armazenados conforme o recomendado por Hertel et al. (2003) em uma câmara fria, permanecendo até o momento da triagem das raízes.

Posteriormente as amostras passaram por um processo de limpeza, para a retirada do solo, sendo descartadas as raízes com mais de 2 mm. As raízes com menos de 2 mm de diâmetro foram lavadas em peneiras sobrepostas (superior com malha 2 mm e inferior de 1 mm). As raízes foram secas em papel toalha para retirar o excesso de água e armazenadas em sacos de papel pardo; e encaminhadas para a estufa de circulação e renovação de ar a uma temperatura 70 °C por 72 horas. Após os processos de armazenamento e secagem as amostras foram pesadas em uma balança analítica de com 0,01 g de precisão, obtendo-se o valor da biomassa de raízes.

2.7 Análise estatística

Para os valores encontrados para a biomassa de raízes finas nas diferentes profundidades do solo foram aplicados os testes de comparação de médias e análise de variância (ANOVA). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Assistat (Statistical Assistance).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 569,74 kg ha⁻¹ de raízes finas até 1 metro de profundidade do solo, sendo que a maior parte da biomassa se encontra nas primeiras camadas (0 a 30 cm), totalizando 79,9% da biomassa radicular (Tabela 2). Conforme Witschoreck et al. (2003) em um estudo de biomassa de raiz do *Eucalyptus urophylla*, observaram que 72,8% das raízes finas (< 2 mm) agrupavam-se nos primeiros 30 cm do solo.

Na figura 2, verifica-se que a densidade de raízes finas diminuiu com a profundidade do solo.

Tabela 2 – Biomassa de raízes finas (kg ha⁻¹) nas diferentes profundidades do solo, para povoamentos de *Eucalyptus urograndis*, Maçambará - RS.

Profundidade	Monolitos (kg ha ⁻¹)			Média ¹	Desvio Padrão (σ)	CV (%)
	R1	R2	R3			
0 – 10	604,528	28,768	40,32	224,539 a	329,131	146,581

10 - 20	208,624	150,208	42,496	133,776 <i>ab</i>	84,274	62,996
20 - 30	69,36	111,6	111,424	97,461 <i>ab</i>	24,337	24,971
30 - 40	48,576	39,888	17,216	35,227 <i>b</i>	16,191	45,963
40 - 50	25,28	10,592	24,384	20,085 <i>b</i>	8,234	40,993
50 - 60	19,664	9,904	4,384	11,317 <i>b</i>	7,737	68,368
60 - 70	22,144	5,264	2,368	9,925 <i>b</i>	10,680	107,606
70 - 80	8,96	26,752	4,032	13,248 <i>b</i>	11,952	90,214
80 - 90	5,84	39,04	8,16	17,680 <i>b</i>	18,535	104,834
90 - 100	13,072	6,384	0	6,485 <i>b</i>	6,537	100,790
TOTAL	1026,05	428,40	254,78	569,74	517,61	793,32

CV: coeficiente de variação. IMédia: não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. R: Repetição.

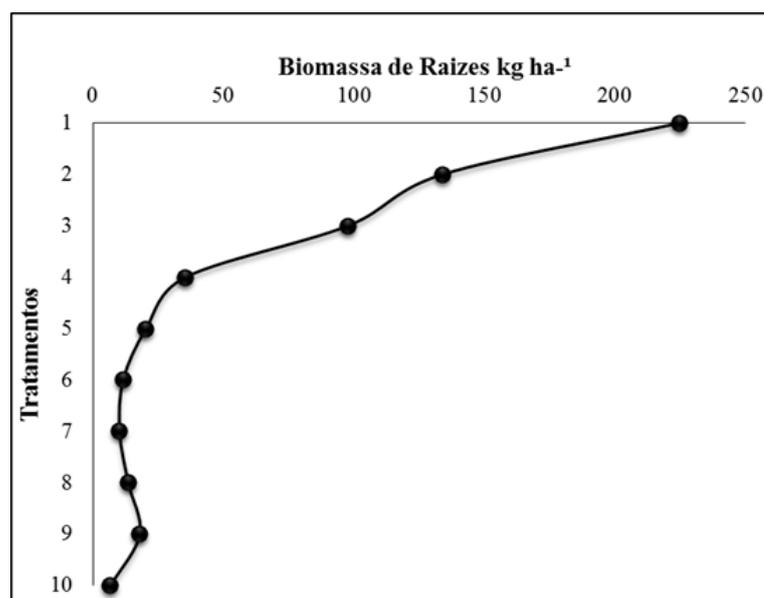


Figura 2 – Curva de tendência das raízes finas do *Eucalyptus urograndis*.

Na Tabela 3, observa-se uma maior densidade de raízes finas do *Eucalyptus urograndis* concentrada na camada 0 – 10 cm do solo com média de 2,24 g cm⁻³, sendo que os valores maiores foram encontrados na linha de plantio, seguido da diagonal e da entre linha de plantio.

As camadas de 10 – 20 cm e 20 – 30 não se diferem estatisticamente da primeira camada tendo como média de 1,34 g cm⁻³ e 0,97 g cm⁻³, respectivamente.

Tabela 3 - Densidade de raízes finas (g cm⁻³) nas diferentes profundidades do solo, para o povoamento de *Eucalyptus urograndis*, Maçambará – RS.

Profundidade	Densidade (g cm ⁻³)			Média ¹	Desvio Padrão (σ)	CV (%)
	R1	R2	R3			
0 - 10	6,045	0,288	0,403	2,24533 <i>a</i>	3,291	146,581
10 - 20	2,086	1,502	0,425	1,33776 <i>ab</i>	0,843	62,996
20 - 30	0,694	1,116	1,114	0,97467 <i>ab</i>	0,243	24,971
30 - 40	0,486	0,399	0,172	0,35233 <i>b</i>	0,162	45,963
40 - 50	0,253	0,106	0,244	0,20100 <i>b</i>	0,082	40,993
50 - 60	0,197	0,099	0,044	0,11333 <i>b</i>	0,077	68,368
60 - 70	0,221	0,053	0,024	0,09933 <i>b</i>	0,107	107,606
70 - 80	0,090	0,268	0,040	0,13267 <i>b</i>	0,120	90,214
80 - 90	0,058	0,390	0,082	0,17667 <i>b</i>	0,185	104,834
90 - 100	0,131	0,064	0,000	0,06500 <i>b</i>	0,065	100,790

CV: coeficiente de variação. 1Média: não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. R: Repetição.

Segundo Saldarriaga et al. (1986) encontraram em florestas secundárias maior proporção de raízes finas do que em floresta avançada em até 30 cm de profundidade.

A maior parte da biomassa em povoamento de *Acacia mearnsii* Wild com 4 anos de idade, segundo Ceconi et al. (2008) foram encontradas nos primeiros 20 cm, perfazendo um total de 86,78%, e diminuindo gradativamente nas demais camadas.

Schumacher et al. (2002) em um estudo com *Araucaria angustifolia*, constataram que 53,4% da biomassa total de raízes finas presentes na camada de 0 - 30 cm do solo.

Finér et al. (2011) ressaltam que em geral, a biomassa de raízes finas diminui exponencialmente da superfície às camadas mais profundas do solo em diferentes biomas florestais, diferenciando apenas na profundidade total de enraizamento.

Estudos realizados por Leuschner et al. (2008) em florestas com diferentes estágios de alteração e uma floresta avançada, concluíram que 70 a 80% da biomassa total de raízes finas encontravam-se nos primeiros 20 cm do solo.

Conforme Viera et al. (2015) estudos realizados em povoamento misto de eucalipto e acácia negra, encontraram uma maior densidade de raízes finas na linha de plantio, seguida da diagonal e entrelinha de plantio.

Em estudo realizado por Silva (2007) com raízes na entre linha de plantio em povoamentos de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium* com 2,5 anos, encontrou valores de densidade de raízes finas na profundidade de 0 - 10 cm próximos a respectivamente 0,7 g dm⁻³ e 0,4 g dm⁻³; na profundidade de 10 - 30 cm, ocorreu uma redução no valor, ficando abaixo de 0,2 g dm⁻³.

A diminuição da densidade de raízes finas com o aumento da profundidade já foi descrita em outros estudos de raízes finas (JACKSON et al.; 1996; SALDARRIAGA et al., 1986; GENET et al., 2010), assim como a alta concentração de raízes finas nas camadas superiores do solo (LEUSCHNER et al., 2008; GENET et al., 2010; HERTEL et al., 2003; SALDARRIAGA et al., 1986).

Para Martins et al, (2004) a densidade de raízes finas pode estar relacionada com a característica do genótipo das plantas, assim como o desempenho nutricional, potencial produtivo e capacidade adaptativa quando em condições de estresse ambiental.

4. CONCLUSÕES

As raízes finas são fundamentais para a absorção de água e nutrientes em solos arenizados e de baixa fertilidade.

A biomassa de raízes finas para *Eucalyptus urograndis* foi de 569,74 kg ha⁻¹ até a profundidade de 1 m de solo.

REFERÊNCIAS

ALVARES, CA.; STAPE, JL.; SENTELHAS, PC.; GONÇALVES, JLM.; SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANA. Agência Nacional das Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/Estacao.asp?Codigo=2856007&CriaArq=true&TipoArq=1>>. Acessado em: 23 de jun. 2016.

BERTONI, J.; NETO, FL. Conservação do Solo. 5. ed. São Paulo: Ícone, p. 355, 2005.

CECONI, DE.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; SCHUMACHER, MV. Biomassa e comprimento de raízes finas em povoamento de *Acacia mearnsii* de Wild. estabelecido em área degradada por mineração de carvão. Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2006.

FINÉR, L.; OHASHIB, M.; NOGUCHIC, K.; HIRANOD, Y. Factors causing variation in fine root biomass in forest ecosystems. Forest Ecology and Management, v.261, p. 265–277, 2011.

GENET, M.; STOKES, A.; FOURCAUD, T.; NORRIS, JE. The Influence of Plant Diversity on Slope Stability in a Moist Evergreen Deciduous Forest. Ecological Engineering. v. 36. p. 265-275, 2010.

GONZAGA, JV. Qualidade da madeira e da celulose Kraft de treze espécies de *Eucalyptus*. 119 f. Tese de Mestrado. Viçosa-MG. 1983.

HERTEL, D.; LEUSCHNER, C.; HÖLSCHER, D. Size and structure of fine root systems in old-growth and secondary tropical montane forests (Costa Rica). Biotropica, v.35, n.2, p.143-153, 2003.

JACKSON, RB.; CANADELL, J.; EHLERINGER, JR.; MOONEY, HA.; SALA, OE.; SCHULZE, ED. A Global Analysis of Root Distributions for Terrestrial Biomes. Oecologia, v. 108, p. 389-411, 1996.

LEUSCHNER, C.; HARTEVELD, M.; HERTEL, D. Consequences of Increasing Forest Use Intensity for Biomass, Morphology and Growth of Fine Roots in a Tropical Moist Forest on Sulawesi, Indonesia. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 129, p. 474-481, 2009.

LOPES, VG. Quantificação das raízes finas em um povoamento de *Pinus taeda* L., na região dos Campos de Cima da Serra, RS. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

MARTINS, LFS.; POGGOANI, F., DE OLIVEIRA, R, F.; GUEDES, MC.; GONÇALVES, JLM. Características do sistema radicular das árvores de *Eucalyptus grandis* em resposta à aplicação de doses crescentes de bio sólido. Scientia Florestalis, n.65, p.207-218, 2004.

RYLTER, RM. Fine root production and carbon and nitrogen allocation in basket willows. 1997. Thesis (Doctoral) - Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 1997.

SAINJU, UM.; GOOD, RE. Vertical root distribution in relation to soil properties in New Jersey Pinelands forests. Plant and Soil, v. 150, p. 87-97, 1993.

SALDARRIAGA, JG.; WEST, D.C.; THARP, ML. Forest Succession in the Upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. Environmental Sciences Division. Publication n. 2822. 1986. 176p.

SILVA, EV. Desenvolvimento de raiz fina em povoamentos monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus grandis* e *Acácia mangium*. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVA, ML; JACOVINE, LA. G; VALVERDE, SR. Economia Florestal. Viçosa: UFV, 2ª ed. 2008.178p.

SCHUMACHER, MV. Nährstoffkreislauf in verschiedenen Beständen von *Eucalyptus saligna* Smith, *Eucalyptus dunnii* Maiden und *Eucalyptus globulus* Labillardiere in Rio Grande do Sul, Brasilien. 167 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Nutrição Florestal) – Universität für Bodenkultur, Wien, 1995.

SCHUMACHER, MV.; WITSCHORECK, R.; BARBIERI, SJ. Quantificação da serapilheira e dos nutrientes em um povoamento de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze na região de Quedas do Iguaçu/PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓSGRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 2., 2002 , Viçosa. Anais... Santa Maria: UFSM, 1 CD ROOM.

VIERA, M.; SCHUMACHER, MV.; LIBERALESSO, E. V.; SOALLEIRO, RR. Mixed and monospecific stands of Eucalyptus and Blackwattle. II – Fine Root Biomass Density. Cerne, v. 21, n. 2, p. 209-217, 2015.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, MV.; CALDEIRA, MVW. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no município de Santa Maria-RS. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.177-183, 2003.