# ESTIMATIVA DA BIOMASSA E DO COMPRIMENTO DE RAÍZES FINAS EM Eucalyptus grandis W. Hill ex Maid. NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA (RS)

# ESTIMATING OF BIOMASS AND LENGTH OF FINE ROOTS IN Eucalyptus grandis W. Hill ex Maid. IN THE COUNTY OF SANTA MARIA (RS)

Rudi Witschoreck 1 Mauro Valdir Schumacher 2

#### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estimar a biomassa e o comprimento de raízes finas (≤ 2 mm de diâmetro), em diferentes profundidades do solo, para a espécie: Eucalyptus grandis W. Hill ex Maid., com 10 anos de idade. O estudo foi realizado no município de Santa Maria (RS), no Campus da Universidade Federal de Santa Maria. O talhão desta espécie têm 27 m de comprimento por 14 m de largura, plantado em espaçamento 3 m x 2 m. Foram amostrados 4 monolitos de 25 cm x 25 cm x 60 cm. Os monolitos foram divididos em 6 perfis geométricos nas profundidades de 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 40, 40 - 50, 50 - 60 cm. A separação das raízes do solo foi por meio de um conjunto de duas peneira (2 mm e 1 mm de malha), e jatos d'água. Na determinação do comprimento de raízes foi utilizado o método de intersecção descrito por TENNANT (1975), produzindo fotos com o uso de scanner. Os resultados revelaram uma alta concentração das raízes finas nos primeiros 20 cm de solo. A biomassa total de raízes finas encontradas para o Eucalyptus grandis foi de 1280,8 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que, 68,7% estavam concentradas nos primeiros 20 cm de solo.O comprimento total de raízes finas foi de 31.966,9 km ha<sup>-1</sup>, 62.8% estavam nos primeiros 20 cm de profundidade.

Palavras-chave: Raízes finas, Eucalyptus grandis, nutrição florestal.

Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. CEP: 97105-900. Santa Maria. RS.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Dr. nat. techn., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP: 97105-900, Santa Maria (RS).

#### ABSTRACT

This study has as main objective, estimate the amount of biomass and the length of fine roots (< 2mm of diameter) in different soil depths to Eucalyptus grandis W. Hill ex Maid, with ten year old. The study was done in the county of Santa Maria (RS) in the Campus of UFSM. The plots of these specie have 27 m of length and 14 m of width, planted with 3 m x 2 m of space. Four monoliths of 25 cm x 25 cm x 60 cm were sampled. The monoliths were divided in six geometric sections in the depths of 0-10, 10-20, 20 - 30, 30 - 40, 40 - 50, 50 - 60 cm. The separation of the roots from the soil was made using one conjunction of two sieves (2 mm and 1 mm of knitting) and water jets. To determine the length of the roots the intersection method described by TENNANT (1975) was used, producing photos with a use of a scanner. The results showed a high concentration of fine roots in the first 20 cm of the soil. The total biomass of fine roots found to Eucalyptus grandis was 1280.8 kg ha<sup>-1</sup>, 68.7% were concentrated in the first 20 cm of soil. The total length of fine roots was 31,966.9 km ha<sup>-1</sup>, 62.8% were in the first 20 cm of depth.

Key words: Fine roots, Eucalyptus grandis, forest nutrition

# INTRODUÇÃO

O eucalipto é a essência florestal mais plantada no mundo, inclusive no Brasil, onde ocupa maciços gigantescos, quase a metade da área mundial, LEÃO (2000). Isto se deve a características inerentes a este rico gênero botânico, mas também, por se tratar de uma das árvores mais estudadas e que melhor se conhece a sua silvicultura.

A pesar disso, o sistema radicular de absorção destas árvores não tem recebido a devida atenção, por parte das pesquisas. Onde, a grande maioria dos estudos realizados neste compartimento do vegetal, trata apenas do sistema radicular de sustentação, ou seja, das raízes grossas.

Os motivos desta negligência são principalmente em virtude da complexidade destes estudos, os quais, envolvem grande demanda de tempo e mão-de-obra, o que recai em pesquisas caras e que nem sempre as entidades de pesquisa estão aptas a custear.

Segundo MELLO et al. (1998), o estudo de avaliação do sistema radicular de *Eucalyptus grandis*, teve suas primeiras contribuições no Brasil através dos trabalhos de REIS et al. e GONÇALVES.

Este processo deve se intensificar cada vez mais, devido às pressões no sentido de reduzir custos de produção. É sabido, que o conhecimento das características do sistema radicular auxiliam na definição de práticas de preparo de solo e fertilização (local e época de aplicação), assim como, o conhecimento da configuração do sistema radicular é fundamental como fonte de subsídio para explicar processos ecofisiológicos básicos, principalmente aqueles relacionados com a nutrição mineral e balanço hídrico das árvores (GONÇALVES & MELLO, 2000).

O presente trabalho tem por objetivo estimar a biomassa e o comprimento de raízes finas ( $\leq 2$  mm), em diferentes camadas do solo para o *Eucalyptus grandis*, com 10 anos de idade.

# REVISÃO DE LITERATURA

# Biomassa e distribuição das raízes finas no perfil de solo

É consenso que o fator que coordena a distribuição das raízes no solo é o genótipo da espécie, mas ele pode ser influenciado, e geralmente é, por outros fatores tais como: fertilidade, densidade, disponibilidade de oxigênio, textura, temperatura etc., e também pelas circunstancias em que a espécie se desenvolve, por exemplo, competição, espaçamento entre árvores etc,

MELLO et al. (1998), estudando a distribuição de raízes finas em profundidade no solo, encontraram grande variação entre materiais genéticos e época de amostragem. Um clone superior de Eucalyptus grandis vs. Eucalyptus urophylla com 4,5 anos mostrou-se mais plástico as variações ambientais e o povoamento de Eucalyptus grandis (4,5 anos), propagado via semente, o menos plástico. No inverno o clone superior apresentou uma densidade de raízes finas (drf) nas camadas superiores do solo (até 30 cm de profundidade) bem maior do que no verão. Praticamente não houve diferença entre os genótipos com relação à densidade cumulativa de raízes finas no perfil de solo, na amostragem feita no inverno. Cerca de 70% das raízes foram encontrada até 30 cm de profundidade. De forma diferente, no verão, a distribuição cumulativa de raízes finas do clone superior foi bem distinta daquela observada no inverno, onde apenas 30% das raízes finas foram encontradas nos 30 cm superficiais de solo. Ao contrário, não foram observadas expressivas diferenças para os demais genótipos quanto à distribuição de raízes no perfil de solo.

Esta grande oscilação estacional da (drf) do clone superior evidencia sua grande capacidade de adaptação às condições adversas do meio ambiente, devendo ser este um fator preponderante para sua superioridade perante aos outros genótipos. Assim no verão, período de

maior atividade metabólica das árvores, quando a demanda de água é muito alta, as árvores deste clone aumentam a (drf) em profundidade para absorver maior quantidade de solução do solo, conseqüentemente, também dos nutrientes dissolvidos nesta solução. Por outro lado, no inverno, com a redução do ritmo de crescimento das árvores a (drf) nas camadas mais profundas é reduzida, segundo os autores. A temperatura atmosférica e do solo, e o teor de água no solo devem ser os principais fatores reguladores desse processo (ROBERTS, 1976; NAMBIAR, 1983) apud MELLO et al., 1998. Outra verificação foi a que os genótipos menos produtivos tendem a ter uma maior quantidade de raízes finas nas camadas superiores do solo e na serapilheira, principalmente no verão. Os autores concluíram, que a disponibilidade de água é o principal fator a afetar a (drf) nas camadas mais profundas do solo (> 30 cm) e a disponibilidade de nutrientes o principal fator a afetar a (drf) nas camadas superficiais do solo (< 30 cm) e na serapilheira.

SCHUMACHER (1995), ao trabalhar com *Eucalyptus dunnii* encontrou 38 % da massa seca das raízes finas (< 2 mm), nos primeiros 20 cm do solo. No perfil restante de 20 a 80 cm, encontrou os demais 62 %. Este mesmo *Eucalyptus dunnii*, mesma procedência, quando estudado pelo mesmo autor em outro local, apresentou 72 % de sua massa de raízes finas nos primeiros 20 cm do solo. Este comportamento pode ser explicado em parte, segundo o autor, pelo fato de que o solo onde se encontram as árvores desta espécie apresenta uma textura totalmente arenosa, (menos de 10 % de argila) e estrutura granular (grande fração de areia grossa), logo com baixa capacidade de armazenar água e nutrientes nas camadas superficiais. Portanto a grande quantidade de raízes finas nos primeiros 20 cm do solo se deve a presença da camada de serapilheira, esta resultante da devolução das folhas, cascas e ramos etc, que funciona como um isolamento térmico evitando um super aquecimento do solo e a perda de água por evaporação.

Nos solos poucos férteis e de textura arenosa, a grande maioria das raízes finas das árvores encontram-se restritas a camada da manta orgânica e as camadas superficiais do solo mineral. Enquanto que em solos de boa fertilidade e bem estruturados grande proporção da biomassa das raízes são encontradas em camadas mais profundas, KIMMINS (1987) e SCHUMACHER (1995).

REIS et al. (1995) estudando *Eucalyptus grandis*, com mais de 5,5 anos, na região dos cerrados, a relação de biomassa do sistema radicular/parte aérea foi equivalente a 0,15 no sítio de solo mais fértil e a 0,46 no sítio de solo menos fértil. A proporção de biomassa total alocada para o sistema radicular foi de 13% para os sítios de solos mais férteis e 32% para os de solos menos férteis.

Quanto a possíveis diferenças na posição de amostragem do sistema de raízes finas em relação à distância do fuste da árvore, NAMBIAR (1983), citado por GONÇALVES & MELLO (2000), que estudou distribuição espacial das raízes finas de uma plantação de *Pinus radiata*, sobre um solo de textura arenosa, com baixa disponibilidade de água e nutrientes, observou que a densidade de raízes, após 2-3 anos da implantação, não variava na camada superficial de solo, independente da maior ou menor distancia do tronco ou se as amostras eram coletadas na linha ou entrelinha de plantio. Foi observado, também, que a distribuição vertical de raízes não era influenciada pela idade e que 80-90% das raízes estavam concentradas nos 30 cm superficiais de solo.

GONÇALVES (1995), verificou que, quanto mais elevadas eram as taxas de crescimento das árvores menor era a densidade de raízes finas ( $\leq 3$  mm), nas diferentes camadas do solo. As maiores densidades de raízes finas foram encontradas nos sítios de solos menos férteis e, vice-versa. Independentemente disto, a distribuição de percentual de raízes no perfil de solo foi idêntica para ambas à situação. Em termos cumulativos, na média, 38, 51 e 60% das raízes finas foram encontradas nas camadas 0-10, 0-20 e 0-30 cm, respectivamente e, os 40% restantes, na camada de 30-150 cm.

ANDRAE & KRAPFENBAUER (1983), quando estudaram distribuição de raízes finas em duas espécies nativas do sul do Brasil, (*Podocarpos lambertii* e *Araucária angustifólia*), constataram uma concentração de raízes finas próximo a superfície do solo, comportamento que eles acreditam estar relacionado com a maior disponibilidade de matéria orgânica, assim como, por uma melhor aeração.

Segundo SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992), as plantas não retiram seus nutrientes necessários somente das camadas superiores do solo, onde se encontra a maior massa de raízes, mas também das camadas mais profundas do solo. Ainda estes autores, afirmam que a maioria das vezes a única fonte de nutrientes prontamente disponível para as árvores são aquelas resultantes do processo de intemperismo das rochas minerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Localização

O local de estudo foi em uma área de teste de procedência de eucaliptos, no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria (RS). O experimento foi realizado em *Eucalyptus grandis*, com 10 anos de idade. O espaçamento entre árvores é de 3 m x 2 m e os talhões têm 27 m de comprimento por 14 m de largura.

#### Características dendrométricas

Na Tabela 1, são apresentados alguns parâmetros dendrométricos do talhão de *Eucalyptus grandis* estudado, com 10 anos de idade.

TABELA 1: Parâmetros dendrométricos do talhão de Eucalyptus grandis.

Parâmetro	Valor		
DAP médio (cm)	22,8		
Altura média (m)	24,9		
Volume com casca (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	949,2		

#### Clima

O clima da região é o tipo "Cfa 2" segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual de 19 °C e precipitação média anual de 1769 mm. Nesta região, podem ocorrer chuvas de 182 mm em 24 horas. Geadas de abril a novembro. Períodos secos maiores que 100 mm 5 vezes cada 8 anos, sendo mais freqüentes entre os meses de novembro e janeiro (BRASIL, 1973).

#### Solo

Os talhões de eucalipto estudados estão sobre solo Brunizem Hidromórfico, pertencente à Unidade de Mapeamento Santa Maria, que tem como características gerais: relevo suavemente ondulado, profundidade média (entorno de 1 m), solos ácidos e com saturação de bases baixa nos horizontes mais superficiais, aumentando estes valores à medida que o perfil se aprofunda. Fertilidade natural moderada e normalmente baixa em potássio. Apresentam ligeira a moderada falta d'água, solos com boa capacidade de retenção de umidade, mas podem apresentar deficiência devido à ocorrência de períodos secos. Também pode apresentar de ligeira a moderada falta de ar (BRASIL, 1973).

## Amostragem

À amostragem consistiu-se no levantamento de quatro monolitos, sendo, dois deles na linha e dois na entre linha. Este procedimento de amostragem teve o objetivo de cobrir possíveis diferenças na distribuição do sistema radicular nestes pontos. Outro cuidado na escolha dos pontos amostrais, foi quanto a sua localização em relação às bordaduras, deixou-se uma faixa de segurança nos limites dos talhões, porque, esta região esta sujeita a um outro regime de luminosidade, o que poderia influenciar nos resultados. Também, na medida do possível, evitou-se amostrar próximo a falhas e árvores com problemas de vitalidade ou sanidade.

#### Dimensões das amostras

Cada monolito apresenta as dimensões de 25 cm x 25 cm x 60 cm  $(0,0375~\text{m}^3)$ , e este foi dividido em seis subamostras de 25 cm x 25 cm x 10 cm  $(0,00625~\text{m}^3)$ , ou seja: 0–10, 10–20, 20–30, 30–40, 40–50 e 50–60 cm em profundidade no solo, Figura 1.

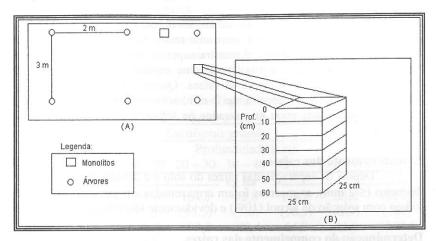


FIGURA 1: Representação esquemática da amostragem: (A) Detalhe da amostragem no povoamento (espaçamento 3 m x 2 m), monolitos na linha e na entre linha. (B) Detalhe do monolito e suas divisões de 10 em 10 cm, de 0 até 60 cm de profundidade.

## Material utilizado na amostragem

O material utilizado no levantamento das amostras foi: pá, cavadeira, faca, facão, tesoura, espátula, pincel, régua, moldura de 25 cm x 25 cm (para determinação da área superior do monolito), sacos para coleta de solo e etiquetas de identificação.

### Procedimento amostral

O primeiro passo foi a abertura de um vista lateral do monolito, mediante a escavação de uma trincheira de um metro de profundidade. Posteriormente, eliminou-se irregularidades na parede deixando-a, perfeitamente no prumo. Com o auxílio da moldura e demais ferramentas, retirou-se a primeira camada, de 0–10 cm de profundidade. A mesma metodologia foi utilizada na obtenção das demais camadas. O solo coletado foi armazenado em saco plástico com a devida identificação. O destino do

solo coletado foi uma câmara fria, onde permaneceu até o momento da separação das raízes do solo, período este, que não excedeu uma semana. Em média, era necessárias 5 horas de trabalho de uma pessoa, para a abertura da trincheira e a retirada das 6 subunidades do monolito.

### Separação das raízes do solo

Na separação do solo das raízes, foi utilizado um conjunto de duas peneiras sobrepostas, a superior com uma malha de 2 mm e a inferior de 1 mm. O solo era depositado na peneira superior, em pequenas porções, e mediante jatos d'água e o auxilio de uma espátula o mesmo ia sendo retirado, permanecendo somente as raízes. Quase a totalidade das raízes ficavam depositadas na peneira de 2 mm, somente uma pequena fração destas, as mais finas, eram encontradas na segunda peneira de 1 mm de malha.

### Armazenamento das raízes

Depois da separação das raízes do solo e a devida classificação em diâmetro ( $\leq 2$  mm), as mesmas foram armazenadas em geladeira, dentro de vidros com solução de álcool (10%) e devidamente identificadas.

## Determinação do comprimento das raízes

O método utilizado na determinação do comprimento de raízes foi o de intersecção descrito por TENNANT (1975). Para isso, confeccionou-se uma bandeja de vidro, com seu fundo tamanho A4 (21 m x 29,7 cm) e bordas de 1 cm de altura. Na face inferior externa foi afixado uma malha de 4 mm x 4 mm. Esta bandeja, com água e raízes era colocada sobre um scanner para obtenção de fotos.

De posse destas fotos, procedia-se a contagem das intersecções das raízes com a malha. Então, para a determinação do comprimento de raízes, os valores obtidos mediante contagem das intersecções, foram empregados na seguinte equação:

 $R = n/4 \cdot N \cdot G$ 

Onde: R = comprimento das raízes (em cm);  $n = \pi$  (pi), 3,1416; N = número de intersecções e G = unidade da malha (0,4 cm).

## Determinação da biomassa de raízes

Após a quantificação do comprimento de raízes, as mesmas foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 70 °C até peso constante e depois pesadas em balança analítica com 0,01 g de precisão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Biomassa de raízes finas

Verifica-se na Tabela 2, que a grande parte da biomassa de raízes finas ( $\leq 2$  mm), está concentrada nos primeiros 20 cm de solo, onde perfazem 68,7% da biomassa radicular média. À medida que foi aumentando a profundidade do solo houve uma diminuição da biomassa de raízes, ocorrendo comportamento contrario, em alguns monolitos, na profundidade de 30 – 50 cm, possivelmente devido a camadas de solo mais adensadas, o que dificulta o a penetração e o desenvolvimento das raízes.

TABELA 2: Biomassa de raízes finas (kg ha<sup>-1</sup>), em diferentes profundidades do solo, para *Eucalyptus grandis*, com 10 anos de idade.

		I	Eucalyptu	s grandis				
	Profundidade (cm)							
	0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	Total	
	kg ha <sup>-1</sup>							
$\mathbf{A^1}$	580,8	217,6	164,8	92,8	128,0	35,2	1219,2	
	$(47,6)^2$	(17,8)	(13,5)	(7,6)	(10,5)	(2,9)	(100)	
В	672,0	246,4	107,2	102,4	64,0	81,6	1273,0	
	(52,8)	(19,3)	(8,4)	(8,0)	(5,0)	(6,4)	(100)	
C	595,2	196,8	80,0	51,2	59,2	54,4	1036,8	
	(57,4)	(19,0)	(7,7)	(4,9)	(5,7)	(5,2)	(100)	
D	724,8	286,4	164,8	124,8	145,6	147,2	1593,6	
	(45,5)	(18,0)	(10,3)	(7,8)	(9,1)	(9,2)	(100)	
Méd	643,2	236,8	129,2	92,8	99,2	79,6	1280,8	
	(50,2)	(18,5)	(10,1)	(7,2)	(7,7)	(6,2)	(100)	
D. Pad.	58,5	33,6	36,9	26,7	38,1	42,4	200,8	
CV (%)	9,1	14,2	28,5	28,7	38,4	53,2	15,7	

<sup>(1)</sup> A, B, C, D, são monolitos.

Os valores médios de biomassa de raízes estão de acordo, com os resultados obtidos por vários autores. FABIÃO et al. (1987), avaliando a biomassa de raízes de *Eucalyptus globulus*, com diferentes idades (12 e 18 anos) e sítios, verificaram que em média 66% da biomassa de raízes finas (< 2,0 mm) se encontravam nos primeiros 20 cm do solo.

Para biomassa total de raízes finas, os resultados obtidos podem ser comparados com aqueles encontrados por LUY et al., (1997), quando obtiveram, para *Eucalyptus grandis*, aos 5 anos, 7 anos e 17 anos,

<sup>(2)</sup> Valores entre parênteses, referem-se à porcentagem de raízes na respectiva camada, em ralação ao total.

2,2 t ha<sup>-1</sup>, 2,8 t ha<sup>-1</sup> e 2,9 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, de raízes finas, menores que 5 mm, até a profundidade de 50 cm no solo. Valores mais elevados que 1,28 t.ha<sup>-1</sup> obtidos no presente trabalho, mas, deve ser considerado que os autores classificaram raízes finas como aquelas com diâmetro inferior a 5 mm, o que, certamente influenciou nestes valores, mesmo que eles tenham trabalhado somente até os 50 cm de profundidade no solo.

Na Figura 2, pode ser observado o comportamento da densidade de raízes finas em profundidade no solo.

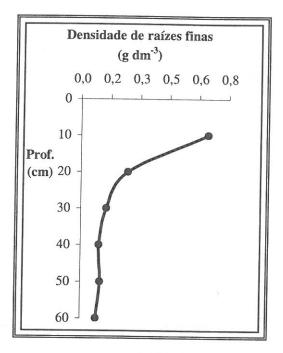


FIGURA 2: Densidade de raízes finas (g dm<sup>-3</sup>), no perfil do solo, para *Eucalyptus grandis*, com 10 anos de idade.

# Comprimento de raízes finas

Assim como para a biomassa, o comprimento de raízes finas (≤ 2 mm), também apresentou seus maiores valores médios nas primeiras camadas do solo, Tabela 3.

O comprimento médio de raízes finas no perfil de 60 cm de solo foi de 31.966,9 km ha<sup>-1</sup>. Na Tabela 3, verifica-se que em média, 74% do comprimento das raízes finas encontram-se nos primeiros 30 cm de

profundidade de solo. Estes dados estão de acordo com MELLO et al. (1998), que encontraram, para três materiais-genéticos (*Eucalyptus grandis*, propagado por semente e dois híbridos do *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*), 70% das raízes (< 3 mm), nos primeiros 30 cm de profundidade do solo.

Na Tabela 3, pode-se verificar que, assim como para biomassa, o comprimento de raízes finas diminui com o aumento da profundidade.

TABELA 3: Comprimento de raízes finas (≤ 2 mm), em diferentes profundidades do solo para *Eucalyptus grandis* de 10 anos de idade.

			Eucalyp	tus grand	is					
	Profundidade (cm)									
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	Total			
	km ha <sup>-1</sup>									
$\mathbf{A^1}$	12953,4	7359,8	4292,9	4933,5	3940,8	2015,6	35496,2			
	$(36,5)^2$	(20,7)	(12,2)	(13,9)	(11,1)	(6,7)	(100)			
В	13509,3	5866,9	3830,2	3878,4	1807,0	1730,1	30622,2			
	(44,1)	(19,2)	(12,5)	(12,7)	(5,9)	(5,6)	(100)			
C	11134,3	5964,5	2578,6	2083,0	1813,5	1423,5	24997,5			
	(44,5)	(23,9)	(10,3)	(8,3)	(7,4)	(5,7)	(100)			
D	13517,4	9392,3	3567,0	3474,3	3632,5	3167,9	36751,7			
	(36,8)	(25,6)	(9,7)	(9,5)	(9,9)	(8,6)	(100)			
Méd	12778,6	7145,9	3567,2	3592,3	2798,5	2084,3	31966,9			
	(40,5)	(22,3)	(11,2)	(11,1)	(8,5)	(6,4)	(100)			
D. Pad.	976,5	1425,1	627,1	1021,3	994,2	659,7	4629,5			
CV (%)	7,6	19,9	17,6	28,4	35,5	31,6	14,5			

<sup>(1)</sup> A, B, C, D, são monolitos.

Na Figura 3, pode-se visualizar a distribuição do comprimento de raízes finas no perfil de solo.

<sup>(2)</sup> Valores entre parênteses, referem-se à porcentagem de raízes na respectiva camada, em ralação ao total.

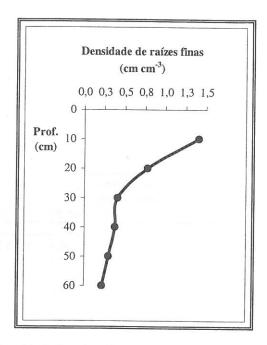


FIGURA 3: Densidade de raízes finas (≤ 2 mm) em *Eucalyptus grandis*, em diferentes profundidades do solo, com 10 anos de idade.

# CONCLUSÕES

- O comprimento de raízes finas ( $\leq 2$  mm), para *Eucalyptus grandis* com 10 anos de idade foi de 31.966,9 km ha<sup>-1</sup>, até a profundidade de 60 cm de solo;
- A biomassa de raízes finas ( $\leq 2$  mm), até 60 cm de profundidade, foi de 1.280,8 kg ha<sup>-1</sup>;
- Aproximadamente 60% da densidade de raízes finas, foi encontrada nos primeiros 20 cm de profundidade do solo;
- A densidade de raízes finas diminuiu à medida que aumenta a profundidade do solo, havendo pouca variação após os 30 cm de profundidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F. & KRAPFENBAUER, A. Distribuição de raízes finas do pinheiro bravo (Podocarpos lambertii) e do pinheiro brasileiro (Araucaria angustifolia). In: Pesquisas Austro- Brasileiras (1973 1982). 1983 p. 56-67.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Departamento Nacional de Pesquisa agropecuária. Levantamento de solos do estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. 431 p. (boletim técnico n° 30)
- FABIÃO, A.M.D.; MADEIRA, M.; STEEN, E. Root mass in plantations of Eucalyptus globulus in Portugal in relation to soil characteristics. Arid Soil Research and Rehabilitation. Vol. 1: 185 194.1987.
- GONÇALVES, J.L.M. Características do sistema radicular de absorção do Eucaluptus grandis sob diferentes condições edáficas (I Distribuição de raízes nas camadas de solo). In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO. Viçosa (MG); p. 876 878,1995.
- GONÇALVES, J.L.M.: MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: Nutrição e Fertilização de Florestas. Piracicaba (SP), IPEF, 2000, Cap.8, p. 221 267.
- KIMMINS, J. P. Forest Ecology. New York. Macmillan Publishing Company. 1987. 531 p.
- LEÃO, R.M. A floresta e o homem. São Paulo (SP): Editora da Universidade de São Paulo.Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. 434 p.
- LUY, A.; GOYA, J.F.; FRANGI, J.L. Distribución de la biomasa aérea y subterránea en plantaciones de Eucalyptus grandis de distintas edades en la región de Concordia, Entre Ríos (Argentina). In: II CONGRESO FORESTAL ARGENTINO Y LATINO AMARICANO "Forestar y crecer" Posada-Misiones. Asociación Forestal Argentina, 1997.
- MELLO, S.L.M.; GONÇALVES, J.L.M.; OLIVEIRA, L.E.G. Características do sistema radicular em povoamentos de eucaliptos propagados por sementes e estacas. In: Scientia Florestalis, 54: 16 26, 1998.
- REIS, M.G.F.; KIMMINS, J.P.; REZENDE, G.C. DE; BARROS, N.F. DE. Acúmulo de biomassa em uma següência de idade de Eucalyptus

- grandis plantado no cerrado em duas áreas com diferentes profundidades. Revista Árvore, 9: 149 162, 1995.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. Lehrbuch der Bodenkunde. 12 ed. Germany: Ferdinand Enke Verlag. 1992, 491 p.
- SCHUMACHER, M.V. Naehrstoffkreislauf in verschiedenen Bestaeden von Eucalyptus saligna (Smith), Eucalyptus dunnii (Maiden) und Eucalyptus globulus (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien. Viena, Áustria: 1995. 167p. Tese (Doutorado)
- TENNANT, D.A. A test of a modified line intersect method of estimating root length. Journal of Ecology, 63: 995 1001, 1975.