

ESTIMATIVA DA BIOMASSA E DO CONTEÚDO DE NUTRIENTES DE UM POVOAMENTO DE *Eucalyptus globulus* (Labillardière) SUB-ESPÉCIE *maidenii*

BIOMASS ESTIMATION AND NUTRIENT CONTENT OF A *Eucalyptus globulus* (Labillardière) SUBSPECIE *maidenii* PLANTATION

Mauro Valdir Schumacher¹ Marcos Vinicius Winckler Caldeira²

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estimar a produção de biomassa acima do solo e determinar o conteúdo de nutrientes nos diferentes componentes das árvores de um povoamento de *Eucalyptus globulus* subespécie *maidenii*. Os dados foram coletados em um talhão de 4 anos de idade, plantado em solo argiloso, no município de Butiá, Rio Grande do Sul. Para determinar a quantidade de biomassa, foi utilizada uma equação de regressão ($\ln Y = a + b * \ln X$) cujos coeficientes foram calculados com base em nove árvores amostradas em diferentes classes diamétricas. A biomassa total acima do solo foi de 83,2 Mg ha⁻¹, em que 13; 10; 9 e 68 % encontravam-se distribuídos nas folhas, ramos, casca e madeira, respectivamente. Do total dos elementos na árvore, na madeira do tronco foram encontrados 29; 29; 40; 12,5 e 34% de N, P, K, Ca e Mg respectivamente. Já na copa das árvores, esses mesmos elementos representaram 64; 56; 48,5; 32 e 39%. A casca foi o componente que acumulou as maiores quantidades de cálcio, (55,3% do total).

Palavras-chave: biomassa, nutrientes, *Eucalyptus globulus* sub-espécie *maidenii*.

ABSTRACT

The aim of the present was to estimate the above-ground biomass and nutrient content of different components of *Eucalyptus globulus* subspecies *maidenii* trees. Data were collected in a four year old plantation on clay soil in the town of Butiá, Rio Grande do Sul. A regression equation ($\ln Y = a + b * \ln X$), was used to estimate biomass production whose coefficients were calculated from data from nine trees sampled in different diametric classes. The total above-ground biomass was 83,2 Mg ha⁻¹ where 13; 10; 9 and 68 % were spread in the leaves, branches, bark and wood, respectively. In the wood of the stem were found 29; 29; 40; 12,5 and 34% of above-ground biomass N, P, K, Ca and Mg, respectively. However, in the canopy of the trees these same elements have represented 64, 56, 48,5, 32 and 39%. The bark was the component which has accumulated the bigger amount of calcium, 55,3% of the total.

Key words: biomass, nutrients, *Eucalyptus globulus* subspecies *maidenii*.

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Bolsista do CNPq. schuma@ccr.ufsm.br
2. Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Rua Prof. Lothário Meissner, 3400, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR). calderia@floresta.ufpr.br

INTRODUÇÃO

De acordo com SWITZER & NELSON (1972), o processo de ciclagem de nutrientes, nos ecossistemas florestais, pode ser caracterizado em três tipos: ciclo geoquímico que refere-se a troca (entrada e saída) de elementos minerais entre os diversos ecossistemas; ciclo biogeoquímico que é aquele que se estabelece nas relações entre o solo e a planta e a atmosfera e o ciclo bioquímico relaciona-se com as transferências internas dos elementos dentro dos processos vegetais.

A medição da biomassa é um instrumento útil na avaliação de ecossistemas (Russo *apud* por CAMPOS, 1991), na conversão de energia e ciclagem de nutrientes (GOLLEY *et al.*, 1971), na absorção e armazenamento de energia solar (ANDRAE & KRAPPENBAUER, 1983), possibilitando conclusões para o manejo racional dos ecossistemas.

Na fase juvenil de um povoamento florestal, grande parte dos assimilados são utilizados para a formação da copa. À medida que o povoamento se vai desenvolvendo, inicia-se uma concorrência entre as copas das árvores e a biomassa relativa dos troncos aumenta enquanto que a das folhas e ramos diminui (CROMER *et al.*, 1975; ANDRAE, 1982; LARCHER, 1984; FABIÃO, 1986; REIS & BARROS, 1990 e OTTO, 1994).

Dentro de um ecossistema florestal, a manutenção da capacidade produtiva do sítio, segundo SCHUMACHER (1996), só será mantida a longo prazo, quando as perdas de nutrientes, pela erosão e utilização da biomassa, forem repostas de forma eficiente. No entanto, é fundamental estabelecer quanto de biomassa é produzida e a quantidade de nutrientes que é exportada pelas espécies florestais. O manejo eficiente de um povoamento florestal também está ligado à ciclagem de nutrientes, para que ocorra um fluxo contínuo entre o que é depositado no solo com o que é assimilado novamente pelas raízes. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo estimar a produção da biomassa e determinar o conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* subespécie *maidenii*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este trabalho foi realizado em um povoamento de *Eucalyptus globulus* subespécie *maidenii* aos 4 anos de idade, pertencente a empresa Riocell S.A. localizado no município de Butia-RS, entre as coordenadas geográficas de 30° 09' de latitude sul e 51° 09' de longitude oeste do meridiano de Greenwich. O clima é do tipo Cfa, segundo a classificação de Koeppen, subtropical úmido com temperatura média das máximas oscilando em torno de 25°C e a média das mínimas ao redor de 15,5°C. A temperatura média anual de 19,3°C e a precipitação média anual de 1322 mm (MORENO, 1961). O solo é do tipo Argissolo Vermelho Escuro (EMBRAPA, 1999).

Por ocasião do plantio, o preparo do solo consistiu em escarificação na linha de plantio até uma profundidade de 50 cm. Cada planta recebeu 150 g de N-P-K (10-32-14) por cova numa única aplicação. Durante o período de estabelecimento das plantas realizou-se capina química até o sexto

mês. O espaçamento de plantio foi de 3 m x 2 m. Ainda durante o primeiro ano foram realizados combates a formigas cortadeiras.

Determinação da biomassa

Na área de estudo, foram distribuídas aleatoriamente quatro parcelas de 432 m² (18 m x 24 m). Em cada uma das parcelas foram medidos os diâmetros a 1,30 m de altura (DAP) e a altura de todas as árvores. Com base no inventário das parcelas, os diâmetros foram agrupados em nove classes com 2 cm de intervalo cada. Em cada uma das classes pré-estabelecidas, foi abatida uma árvore. À medida que as árvores iam sendo derrubadas, os galhos eram separados do tronco e destes foram coletadas todas as folhas. Todos os componentes tiveram sua massa fresca determinada ainda no campo com o auxílio de uma balança de gancho e outra com capacidade de pesar até 250 Kg. Em seguida, as árvores foram submetidas a um processo de cubagem rigorosa, segundo o método desenvolvido por Smalian, descrito por FINGER (1992). Os troncos, divididos em toretes, foram separados em casca e madeira, sendo também pesados individualmente. Foram retiradas amostras de cada um dos componentes (folhas, ramos, casca e madeira do tronco) as quais foram pesadas no campo com o auxílio de uma balança de precisão. Uma vez no laboratório, essas amostras foram colocadas para secar em estufa de renovação e circulação de ar, à temperatura de 75°C, até atingirem peso constante. Para a determinação do peso de matéria seca, utilizou-se uma balança eletrônica com 0,01 g de precisão.

A biomassa das árvores contidas nas parcelas foi estimada por meio de modelo de regressão. Para isso, foram testados vários modelos, que foram comparados entre si, com a finalidade de selecionar o melhor.

Mediante a equação de regressão ($\ln Y = a + b * \ln X$), em que $\ln Y$ representa o logaritmo natural da biomassa seca dos componentes; $\ln X$ o logaritmo natural do diâmetro a altura do peito a 1,30 m; e a e b são coeficientes de regressão, estimou-se a biomassa dos diferentes componentes das árvores.

Sabendo-se do valor médio encontrado nas diferentes parcelas e considerando a área amostrada, estimou-se a biomassa produzida por hectare.

Determinação do conteúdo dos nutrientes

Para a determinação do conteúdo de nutrientes nos componentes folhas, ramos, casca e madeira utilizaram-se as mesmas amostras usadas para determinar o teor de umidade. Após seco em estufa de renovação e circulação de ar à uma temperatura de 75°C até peso constante, todo material vegetal foi moído em moinho tipo Wiley. Os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) foram determinados conforme a metodologia descrita por TEDESCO *et al.* (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de biomassa

Na Tabela 1, observa-se que o modelo utilizado para estimativa da biomassa foi significativo para estimar o peso seco das árvores incluídas na amostra. Tal fato fica evidenciado nos valores dos coeficientes de determinação ajustados (R^2) e no erro padrão da estimativa (S_{yx}). O modelo de regressão empregado no presente trabalho, também foi utilizado por ATTIWILL (1972), ANDRAE (1982), LANDSBERG (1986), CROMER *et al.* (1993), SCHUMACHER (1995), CARBONERA PEREIRA *et al.* (1997), SCHUMACHER (1998) e CALDEIRA (1998) os quais obtiveram resultados de grande precisão.

TABELA 1: Parâmetros estatísticos da equação ($\ln Y = a + b * \ln X$) utilizada para estimar a biomassa dos componentes das árvores de *Eucalyptus globulus* subespécie *maidenii*.

Componente	a	B	R^2	S_{yx}
Folhas	-6,084800	3,132599	0,91	0,24
Ramos	-6,809065	3,303872	0,86	0,35
Casca	-3,225698	1,892386	0,95	0,10
Madeira	-1,907688	2,188285	0,97	0,10

A biomassa total, acima do solo do povoamento, foi de 83,2 Mg ha⁻¹. O componente madeira do tronco apresentou a maior quantidade de biomassa (57,5 Mg ha⁻¹) ou seja, 69% do total da parte aérea seguido das folhas, dos ramos e da casca. Quando se soma o valor da casca a este componente, a biomassa passa a representar 78% (Tabela 2). A seqüência da distribuição da biomassa, acima do solo no povoamento, foi similar em relação ao trabalho de SCHUMACHER (1998) com *Eucalyptus globulus* subespécie *bicostata*, aos 4 anos de idade, porém, não similar em relação aos trabalhos de CARBONERA PEREIRA *et al.* (1997) com *Acacia mearnsii*, aos 9 anos de idade; FREITAS (2000) com *Eucalyptus grandis*, aos 9 anos de idade e CALDEIRA *et al.* (2000) com *Acacia mearnsii* procedência Lake George Bunge Dore, aos 2 anos e 4 meses de idade.

TABELA 2: Biomassa acima do solo (kg ha⁻¹) em *Eucalyptus globulus* subespécie *maidenii*. Os valores entre parênteses representam o coeficiente de variação entre as parcelas do inventário florestal.

Parâmetro	Componente				
	Folhas	Ramos	Casca	Madeira	Total
Biomassa (kg/ha)	10539	8031	7132	57576	83278
(CV%)	(2,0)	(1,8)	(2,0)	(2,0)	(1,9)

Conforme CURLIN (1970), geralmente a parte aérea das árvores tem sua biomassa distribuída na seguinte ordem: lenho > galhos > casca > folhas. A variação da distribuição da biomassa, de acordo com ABRAHAMSON & GADGIL (1973), nos diferentes órgãos da planta, varia de espécie para espécie; e até mesmo, em uma população da mesma espécie bem como em razão das condições ambientais e também varia em razão de procedências (CALDEIRA, 1998).

A biomassa da copa (folhas e ramos) e a biomassa do fuste (casca + madeira) representam, respectivamente, 22,2 e 77,8% da biomassa total acima do solo do povoamento. Tendências semelhantes foram encontrado por KRAPPENBAUER & ANDRAE (1976), em um povoamento de Araucária aos 17 anos de idade, em que verificaram que a biomassa do tronco representava 72,4 % do total acima do solo; por SCHUMACHER (1998), com *Eucalyptus globulus* subespécie *bicostata*, aos 4 anos de idade, observou que a copa representa 28% da biomassa total acima do solo, enquanto os 72% restantes são representados pela casca e pela madeira do tronco. No entanto, observações não-similares foram encontradas por CROMER *et al.* (1975), em *EUCALYPTUS globulus* sub-espécie *globulus*, aos 4 anos de idade; por ANDRAE & KRAPPENBAUER (1979), com *Eucalyptus saligna*, aos quatro anos de idade; por SCHUMACHER (1992) com *Eucalyptus grandis*; por SCHUMACHER (1995) com *Eucalyptus saliga*, aos 4 e 7 anos de idade; CARBONERA PEREIRA *et al.* (1997) com *Acacia mearnsii*, aos 9 anos de idade; CALDEIRA (1998) *Acacia mearnsii*, aos 2 anos e 4 meses de idade e FREITAS (2000) com *Eucalyptus grandis*, aos 9 anos de idade.

As diferenças na acumulação de biomassa do presente trabalho, em relação a outros pode ser em razão dos fatores que afetam a fotossíntese e a respiração (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972) bem como com as características edafoclimáticas, espécie e idade.

Autores como BELLOTE (1979); PEREIRA *et al.* (1984) e BERNARDO (1995), observaram que ocorre um aumento substancial da produção da madeira com a idade em relação à biomassa da árvore.

O conteúdo dos nutrientes

O conteúdo médio de nutrientes nos componentes da biomassa acima do solo no povoamento de eucaliptos, pode ser observado na Tabela 3. As folhas possuem os maiores conteúdo de N e P em relação aos outros componentes. Comportamento semelhante foi observado por SCHUMACHER (1998) com *Eucalyptus globulus* subespécie *bicostata*, aos 4 anos de idade; CALDEIRA *et al.* (2000) com *Acacia mearnsii*, aos 2 anos e 4 meses de idade. Porém, FREITAS (2000) com *Eucalyptus grandis*, aos 9 anos de idade, observou que as maiores quantidades de N, P e K estão na madeira. A quantidade de nutrientes é consequência de suas concentrações e da produção de biomassa (CALDEIRA, 1998). A concentração de nutrientes nas folhas das árvores é influenciada por diversos fatores tais como: condições de sítio, idade e posição das folhas na copa, época do ano, componente da biomassa analisado (VAN DEN DRIESSCHE, 1984; BINKLEY, 1986; BELLOTE, 1990; AMARAL, 1996) e também entre procedências (CALDEIRA, 1998).

A elevada concentração bem com o conteúdo de nutrientes nas folhas, em relação a outros componentes, torna-o um maior potencial de ciclagem de nutrientes, embora represente um pequeno percentual em relação à biomassa total das árvores (Tabela 3). Nas folhas, de acordo com KOZLOWSKI *et al.* (1991), encontram-se a maioria das células vivas que tendem acumular maiores quantidades de nutrientes, em razão dos processos transpiração e fotossíntese.

A proporção de elementos minerais acumulados na biomassa do componente madeira (69% do total) foi relativamente baixa quando comparada com a biomassa do componente folhas que representa 15%. Na madeira, foram encontrados 29, 28, 40, 12,5 e 34 % do total dos elementos N,

P, K, Ca e Mg respectivamente. Nas folhas, esses mesmos elementos representam 60; 45; 33; 23 e 29,5 % do total (Tabela 3). Resultados semelhantes também foram observados por ANDRAE (1982); PEREIRA *et al.* (1984); NEGI & SHARMA (1984); SCHUMACHER (1995) e SCHUMACHER (1998).

TABELA 3: Conteúdo médio (kg/ha) de nutrientes nos diferentes componentes das árvores de *Eucalyptus globulus* subespécie *maidenii*.

Componente	Biomassa (kg ha ⁻¹)	nutrientes (kg ha ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
Folhas	10539	141,2	8,1	76,9	115,9	20,0
Ramos	8031	9,6	2,0	34,5	46,6	6,4
Casca	7132	15,7	2,7	26,4	280,3	17,8
Madeira	57576	69,1	5,2	92,1	63,3	23,0
Total	83278	235,6	18,0	230,0	506,1	67,2

A ordem da quantidade total dos nutrientes Ca > N > K > Mg > P (Tabela 3) foi igual ao trabalho realizado por FREITAS (2000) com *Eucalyptus grandis*, aos 9 anos de idade. No entanto, principalmente para os dois primeiros elementos não foi similar aos resultados encontrados por CARBONERA PEREIRA *et al.* (2000), com *Acacia mearnsii*, aos 9 anos de idade. Essa diferença de ordem nos dois primeiros nutrientes do presente trabalho, em relação ao trabalho com *Acacia mearnsii*, pode ser justificada pela capacidade que esta possui, como espécie, leguminosa, de fixar N² e pelo efeito sinérgico da ação das bactérias diazotróficas e micorrizas (FRANCO *et al.*, 1992).

CONCLUSÕES

A biomassa da copa e do fuste representam, respectivamente, 22,3% e 77,7% da biomassa total acima do solo, tendo a seguinte distribuição: madeira > folhas > ramos > casca.

A ordem da quantidade total dos nutrientes no povoamento foi Ca > N > K > Mg > P, onde as folhas possuem os maiores conteúdos de N e P.

Do conteúdo total de Ca na biomassa acima do solo, 67,9% está alocado na casca e madeira, o restante está na copa (folhas e ramos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMSON, W.G.; GADGIL, M. Growth and reproductive effect in goldenrods solidago (compositae). *American Naturalist*, Lancaster, v. 107, p. 651-661, 1973.
- AMARAL, F.C.S.; GRAÇA, P.M.L.A.; BRITO, M.M.P. et al. Comparação entre a concentração de nutrientes das folhas e do folheto do jacaranda-da-bahia (*Dalbergia nigra*) e cabreúva (*Myroxylon*

- peruiferum*). In: SOLO SUELO – CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia, 1996. 1 CD-Rom.
- ANDRAE, F.; KRAPFENBAUER, A. Inventário de um reflorestamento de araucária de 17 anos em Passo Fundo, Rio Grande do Sul. Parte II: inventário de nutrientes In: Pesquisa austro-brasileiras 1973-1982 sobre *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna*. Santa Maria: UFSM, 1983. p. 30-55.
- ANDRAE, F.; KRAPFENBAUER, A. Untersuchungen ueber Biomassen und Naehrstoffverhaeltnisse in einer 4-jaehrigen Aufforstung mit *Eucalyptus saligna* Smith in Santa Maria, R. S. Brasilien. **Centralblatt fuer das Gesante Forstwesen**, v. 96, n. 1, p. 1-29, 1979.
- ANDRAE, F.H. Zweitinventur eines *Eucalyptus saligna* Bestandes in Suedbrasilien. **Centralblatt fuer das Gesante Forstwesen**, v. 99, n. 4, p. 193-217, 1982.
- ATTWILL, P.M. On the cycling of elements in mature *Eucalyptus obliqua* forest. In: BOARDMAN, R. (Ed). **Australian Forest Tree Nutrition Conference**, 1972, p: 39-44. 1972 (Comm. For. Timb. Bur.).
- BELLOTE, A.F.J. **Concentração, acúmulo e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* em função da idade**. 1979. 192p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - ESALQ/USP, Piracicaba.
- _____. **Nahrelementversorgung und wuchleistung von gedungten *Eucalyptus grandis* – plantagem im cerrado von São Paulo (Brasilien)**. 1990. 159p. Tese (Doutorado) - Universitat Freiburg, Freiburg.
- BERNARDO, A.L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região de Minas Gerais**. 1995, 102p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BINKLEY, D. **Forest Nutrition Management**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 290p.
- CALDEIRA, M.V.W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild)**. 1998. 96p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; CARBONERA PEREIRA, J. et al. Quantifizierung der oberirdischen biomasse der australischen herkunfty Lake George Bunge Dore von *Acacia maeransii* De Wild. **Forstarchiv**, v.71, p.160-165, 2000.
- CAMPOS, M.A.A. **Balanço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis*: avaliação na safra e na safrinha**. 1991. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CARBONERA PEREIRA, J.; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. et al. Produção de biomassa em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v.21, n.4, p.521-526, 1997.
- CROMER, R. N.; CAMERON, D.N.; RANCE, S.J. et al. Response to nutrients in *Eucalyptus grandis*. 1. Biomass accumulation. **Forest Ecol. and Manag.**, v. 62, p. 211-230, 1993.
- CROMER; R. N.; RAUPACH, M.; CLARKE, A. R. P. et al. *Eucalyptus* plantations in Australia. The potential for intensive production. **Appita**, v.29, p. 165-173, 1975.
- CURLIN, J.W. Nutrient cycling as a factor in site productivity and forest fertilization. In: YOUNGBERG, C.T.; DAVEY, C.B. (Ed). **Tree growth and forest soils**. Oregon: Oregon State Universssity Press, 1970.

p.313-326.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

FABIÃO, A. M.D. **Contribuição para o estudo da dinâmica da biomassa e produtividade primária líquida em eucaliptais**. Região Litoral do Centro de Portugal. 1986. Tese (Doutorado) - Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992, 269p.

FRANCO, .A.A.; CAMPELLO, E.F.; SILVA, E.R. et al. **Revegetação de solos degradados**, EMBRAPA, CNPAB, 1992. 9p. (Comunicado Técnico, 9).

FREITAS, R.A. **Estudo da biomassa e do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização no município de Alegrete – RS**. 2000. 60p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.D. La biomassa y la estructura mineral de alguns bosques de Darién, Panamá. **Turrialba**, v.21, n.2, p.189-196, 1971.

KRAMER, P.J.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The physiology ecology of wood plants**. San Diego, USA: Academic Press, 1991. 657p.

KRAPFENBAUER, A.; ANDRAE, F. Inventur einer 17 jaehrigen Araukarienaufforstung in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasilien. Teil I: Biomasseninventur. **Centralblatt fuer das Gesamte Forstwesen**, v. 93, n. 2, p. 70-87, 1976.

LANDSBERG, J. J. **Physiological Ecology of Forest Production**. London: . Academic Press. 1986.

LARCHER, W. **Ökologie der Pflanzen**. Stuttgart: . Eugen Ulme GmbH & Co. 1984.

LEAL, P.G.L. **Produção e redistribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* influenciadas pela aplicação de fosfato natural em solos de cerrado**. 1988. 44p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

NEGI, J.D.S.; SHARMA, D.C. Distribution of Nutrient in an Age Series of *Eucalyptus globulus* plantation in Tamil Nadu. **The Indian Forester**. v.110, n. 9, p. 944-953, 1984.

OTTO, H.J. **Waldökologie**. Stuttgart: Ulmer. 1994, 391p.

PEREIRA, A.R.; ANDRADE, D.C.; LEAL, P.G.L. et al. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**. v. 15, p. 18-16, 1984.

POGGIANI, F.; COUTO, H.T. Z.; CORRADINI, L. et al. Exploração de biomassa e nutrientes através da exportação dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, Piracicaba, v. 25, p. 37-39, 1983.

PRITCHETT, W.L. **Properties and management of forest soils**. New York: John Wiley, 1979. 500 p.

REIS, M. G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.;

- NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990, p.265-301.
- SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistema florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O AMBIENTE DA FLORESTA, 1. 1996. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM-CEPEF, 1996. p.65-77.
- _____. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell.** 1992. 87p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ/USP, Piracicaba.
- _____. Estudo da biomassa e dos nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) subespécie *bicostata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n.2, p.281-286, 1998.
- _____. **Naehrstoffkreislauf in verschiedenen Bestaenden von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien.** 1995. 167p. Tese (Doutorado) - Universitaet fuer Bodenkultur, Viena, Áustria.
- SCHUMACHER, M.V.; POGGIANI, F.; SIMÕES, J.W. Transferência de nutrientes das copas para o solo através da deposição de folheto em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus torelliana*, plantados em Anhembi, SP. **IPEF**, Piracicaba. v. 47, p. 56-61, 1994.
- SWITZER, G.L; NELSON, L.E. Nutrient accumulation and cycling in Loblolly Pine (*Pinus taeda*) plantation ecosystems: The first 20 years. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison., v. 36, p. 143-147, 1972.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2. ed. Porto Alegre: UFRGS. 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- VAN DEN DRIESSCHE, R. Prediction of mineral status of trees by foliar analysis. **The Botanical Review**, New York, v.40, p.347-394, 1984.