

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA DE UM POVOAMENTO DE *Acacia mearnsii* De Wild. NA REGIÃO SUL DO BRASIL

BIOMASS QUANTIFICATION OF AN *Acacia mearnsii* De Wild STAND IN THE SOUTHERN REGION OF BRAZIL

Leonir Rodrigues Barichello¹ Mauro Valdir Schumacher² Hamilton Luiz Munari Vogel³

RESUMO

O presente estudo, em povoamento de Acácia-negra, aos 8 anos de idade, na Serra do Sudeste, no município de Minas do Leão, RS, teve o objetivo de quantificar a biomassa total do povoamento e a sua distribuição em cada componente da biomassa das árvores. Após a avaliação das características dendrométricas e quantidade da biomassa nos componentes: folhas; galhos vivos, galhos mortos; casca do tronco, madeira do tronco e raízes, foram selecionadas e abatidas 21 árvores do povoamento. Foram determinados os coeficientes da equação $\ln y = b_0 + b_1 * \ln d$ para estimativa dos diferentes componentes da biomassa. Aos 8 anos de idade a Acácia-negra chega a concentrar mais de 60% de sua biomassa na madeira. A biomassa abaixo do solo nessas condições pode chegar à aproximadamente 12% da biomassa total.

Palavras-chave: acácia-negra; biomassa; quantificação.

ABSTRACT

The present study was carried out in stand of Black wattle 8 years old, in the southeastern mountain range, in Minas do Leão - RS County. The objective of this work was to quantify the total biomass of the stand and its distribution in each component of the tree biomass. After evaluation of dendrometric characteristics, 21 trees were selected and cut for estimation of biomass in the components: leaves, live and dead branches, bark wood, stem wood and roots. To estimate the different components of the biomass, the coefficients of the equation $\ln y = b_0 + b_1 * \ln d$ were determined. At eight years old, a Black wattle can concentrate more than 60% of its biomass in the wood. The biomass below ground under these conditions can reach approximately 12% of total biomass.

Key words: black-wattle; biomass; quantification.

INTRODUÇÃO

A acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild) é uma espécie originária da Austrália, sendo introduzida no Brasil com sucesso por meio de sementes vindas da África do Sul. Na Região Sul, seu cultivo difundiu-se na Depressão Central, Encosta Inferior do Nordeste e Encosta do Sudeste.

A acacicultura no Rio Grande do Sul é uma atividade econômica que tem trazido consideráveis benefícios ao Estado. Atualmente, a acácia-negra encontra-se entre as mais importantes espécies para os setores de produção abrangidos pela Ciência Florestal, juntamente com os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, sobretudo em consequência da ampla utilização dessa matéria-prima.

A acácia tem vários usos que vão da casca até a madeira. Da casca, é extraído o tanino usado para o curtimento de couro e peles, na produção de anti-corrosivos e no tratamento de águas; a madeira, além do uso tradicional, como carvão e lenha, é usada como matéria-prima de superior qualidade para fabricação de celulose e papel, além de vários outros usos (Resende *et al*, 1992).

Em razão do seu rápido crescimento e do seu potencial na melhoria da qualidade do solo, a acácia-negra tem sido usada no controle da erosão e na melhoria da fertilidade do solo (Waki *apud* Kannegiesser, 1990). A utilização dessa espécie na recuperação de solos degradados é em razão da capacidade de fixação de N₂ atmosférico, pois microrganismos fixadores de N₂ atmosférico, como bactérias do gênero *Rhizobium* se associam às raízes finas desta espécie, reduzindo o nitrogênio e tornando-o disponível às plantas. A

1. Engenheiro Florestal, M.Sc., Coordenador de Silvicultura, Cambará S.A. Produtos Florestais, CEP 95480-000, Cambará do Sul (RS). leonir.barichello@cambarasa.com.br

2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Schuma@ccr.ufsm.br

3. Engenheiro Florestal, Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). hamiltonvogel@yahoo.com.br

estimativa da fixação de N₂ atmosférico em acácia-negra, conforme Auer e Silva (1992), é de aproximadamente 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

A acumulação de biomassa é afetada por fatores ambientais e fatores da própria planta. Para Kramer e Kozlowski (1972), a acumulação de biomassa é influenciada por todos aqueles fatores que afetam a fotossíntese e a respiração. Segundo eles, os principais fatores são luz, temperatura, concentração de CO₂ do ar, umidade e fertilidade do solo e doenças, além dos fatores internos, como: idade, estrutura e disposição das folhas, distribuição e comportamento dos estômatos, teor de clorofila, e acumulação de hidratos de carbono.

No desenvolvimento inicial de uma floresta, grande parte dos carboidratos são utilizados na produção de biomassa da copa (Andrae, 1978), no entanto, à medida que a floresta cresce ocorre uma redução gradual da biomassa de copa e simultaneamente um aumento na proporção da biomassa de madeira e casca, representando, em média, mais de 80% da biomassa acima do solo em um povoamento maduro. (Schumacher e Hoppe, 1997).

O sistema radicular, além de fornecer suporte à planta, é responsável pelo fornecimento de água e nutrientes. Desse modo, influencia no desenvolvimento, refletindo na relação biomassa abaixo do solo/biomassa acima do solo (Andrade, 1997).

Apesar da acácia-negra ser plantada há mais de 50 anos no sul do Brasil, os estudos sobre essa espécie são recentes. O presente estudo, envolvendo um povoamento de acácia-negra aos 8 anos de idade, foi concebido com o objetivo de quantificar a biomassa acima e abaixo do solo e sua distribuição nos diferentes componentes da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

Localização

O presente trabalho foi realizado em um povoamento de *Acacia mearnsii* pertencente à Empresa AGROSETA S/A, localizado no município de Minas do Leão, RS.

Esse povoamento se localiza na região fisionômica natural do estado do Rio Grande do Sul denominada Serra do Sudeste, tendo como coordenadas UTM “centrais” 398979 E e 6646805 N.

Clima

Segundo o sistema de classificação de Koeppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical (Moreno, 1961). A temperatura média do mês mais quente (janeiro) é de 24°C e a do mês mais frio (julho) é de 13°C e a temperatura média anual é de 18-19°C. A precipitação pluvial nos meses de janeiro e julho é de 120-140 mm, e a precipitação anual de 1400 mm.

De acordo com o Instituto de Pesquisas Agrônomicas (1989), a região de Minas do Leão registra, de maio a agosto, 600 horas de frio abaixo de 10°C e de maio a agosto 200 horas de frio abaixo de 7°C. Em relação ao número de dias de chuvas, os meses de janeiro e julho têm 10 dias chuvosos. Anualmente, essa região tem 110 dias de chuva. A umidade relativa do ar, radiação solar e insolação anual são respectivamente 75-80%, 350 cal cm⁻² dia⁻¹ e 2400 horas.

Relevo

A Serra do Sudeste abrange a parte montanhosa do estado do Rio Grande do Sul, tendo altitude média de 300 metros, subindo ocasionalmente até 600 metros em relação ao nível do mar (Rambo, 1994). A área experimental possui uma altitude média de 205 metros sobre o nível do mar

Solo

Os solos da região em estudo, conforme EMBRAPA (1973), pertencem à Unidade de Mapeamento São Jerônimo. De acordo com EMBRAPA (1999), o solo em que foi realizada a pesquisa é caracterizado como ARGISSOLO Vermelho-Escuro, textura argilosa, relevo ondulado e substrato granito.

A unidade de mapeamento São Jerônimo é formada na sua maior parte por solos profundos, bem-drenados, de coloração avermelhada, textura franco argilosa à argilosa com cascalhos, porosos e

desenvolvidos partindo de granitos. Normalmente, os solos dessa unidade são fortemente ácidos, com saturação e soma de bases baixa e com teores de matéria orgânica baixos (EMBRAPA, 1973).

Inventário da área experimental

O trabalho foi realizado no mês de março de 2001, em um povoamento instalado em 1993, com densidade inicial de 1.960 plantas por hectare (3,0 m entre linhas e 1,7 m entre plantas).

Inicialmente, em uma área com condições de sítio semelhante, foram demarcadas sete parcelas de 18 m x 24 m, nas quais foi realizado o inventário florestal, medindo o DAP (diâmetro à altura do peito) de todas as árvores da parcela e altura de 20% destas. Na medição do DAP, foi utilizado fita métrica e na determinação da altura das árvores foi utilizado hipsômetro VERTEX.

Distribuição diamétrica

Com base nos dados do inventário florestal, os diâmetros foram agrupados em classes, de maneira a abranger todas as variações do povoamento. O número de classes (K) foi obtido mediante cálculos matemáticos pelo modelo: $K=1+3,3*\log n$ em que: n = número de elementos da amostra. E o intervalo de classes (h): $h=H/K$ em que: H = amplitude total ($DAP_{\text{máximo}} - DAP_{\text{mínimo}}$).

Altura das árvores

A estimativa da altura das árvores não-avaliadas, foram obtidas com base no modelo de relação hipsométrica: $h=b_0+b_1/d+b_2/d^2$ em que: h = altura estimada; b_0 , b_1 e b_2 = coeficientes da equação; d = diâmetro a altura do peito.

Estimativa da Biomassa

A biomassa arbórea foi dividida em biomassa acima do solo e biomassa abaixo do solo.

Estimativa da Biomassa acima do solo

Na determinação da biomassa acima do solo, foram abatidas 21 árvores no povoamento, sendo escolhidas três árvores dentro de cada classe de diâmetro anteriormente determinada (5,1-8,0; 8,1-11,0; 11,1-14,0; 14,1-17,0; 17,1-20,0; 20,1-23,0 e 23,1-26,0), sendo a primeira com o DAP igual ao centro de classe, a segunda com o DAP 1 cm menor que o DAP do centro de classe e a terceira com o DAP 1 cm maior que o DAP do centro da classe. As 21 árvores abatidas tinham DAP de 5,5; 6,5; 7,5; 8,5; 9,5; 10,5; 11,5; 12,5; 13,5; 14,5; 15,5; 16,5; 17,5; 18,5; 19,5; 20,5; 21,5; 22,5; 23,5; 24,5 e 25,5 cm.

Inicialmente, escolhia-se a árvore com o DAP desejado, logo após, esta era derrubada rente ao solo, avaliando-se os seguintes componentes: folhas; galhos vivos, galhos mortos; casca do tronco e madeira do tronco.

Imediatamente após o corte, foi coletada uma amostra de folhas do terço médio da copa nos quatro pontos cardeais para determinar o fator de umidade. Após isso, as árvores eram seccionadas e divididas em galhos, classificados em vivos (verdes) e mortos (secos), madeira e casca. Ainda dos galhos vivos eram separadas todas as folhas. Foram coletadas amostras de todos os componentes analisados para determinação do fator de umidade.

Todo o material era pesado a campo com balança de gancho com precisão de 100 gramas, e as amostras eram pesadas com balança digital com precisão de 1 grama. Logo, as amostras eram devidamente identificadas e enviadas para análises ao Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM.

No Laboratório, as amostras foram armazenadas em estufa com circulação e renovação de ar a 75°C por um período de 72 horas, sendo resfriadas em dissecadores e pesadas em balança com 0,01 g de precisão.

Estimativa da Biomassa abaixo do solo

Na determinação da biomassa abaixo do solo, nas 21 árvores amostradas, demarcou-se a área útil de cada árvore (1,7 m x 3,0 m = 5,1 m²), escavando até 60cm de profundidade as raízes, sendo separadas as raízes desse volume de solo.

As raízes foram amostradas e pesadas a campo com balança de gancho, possuindo uma precisão de

100 gramas, sendo utilizada uma balança com precisão de 1 grama para as amostras, que foram enviadas ao Laboratório de Ecologia Florestal para secagem e determinação de peso seco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inventário da área experimental

Número de árvores

Considerando-se o espaçamento inicial de 1,7 m x 3,0 m, cada parcela deveria ter aproximadamente 85 árvores, totalizando 1.961 árvores por hectare na densidade inicial. No entanto, a percentagem de falhas faz aos 8 anos de idade reduziu a 57,84% do número total de árvores inicialmente plantadas estivessem vivas (Tabela 1).

TABELA 1: Número de árvores por parcela e por hectare e percentagem de falhas, em uma floresta plantada de acácia-negra aos 8 anos de idade em Minas do Leão, RS.

TABLE 1: Number of trees per plot and per hectare and percentage of dead trees in a stand of 8-year-old black wattle, in Minas do Leão, RS.

Parcela	Número de árvores por parcela	Número de árvores por ha	Falhas (%)
1	58	1343	31,54
2	47	1088	44,52
3	52	1181	39,80
4	47	1088	44,52
5	35	810	58,69
6	53	1227	37,44
7	52	1204	38,62
Média	49	1134	42,16

Caldeira *et al.* (2001), trabalhando em povoamentos jovens de 2,4 anos de idade de acácia-negra, encontraram uma percentagem de falhas menor de 16,47%.

Essas falhas podem ser atribuídas a vários fatores tais como: qualidade de mudas, sistema de plantio, condições edafoclimáticas, aspectos genéticos, doenças (sobretudo gomose), pragas, etc.

Distribuição diamétrica

Com base nos dados do inventário florestal, em razão da amplitude dos dados, foi possível determinar sete classes diamétricas, com intervalo de 3,0 cm em cada classe (Tabela 2).

TABELA 2: Classes de diâmetro e frequência de árvores em uma floresta de acácia-negra aos 8 anos de idade em Minas do Leão-RS.

TABLE 2: Diameter class and frequency of trees found in a forest of black wattle at 8 years old in Minas do Leão-RS.

Intervalo de classe	Centro de classe	Frequência ha ⁻¹	%
5,1 – 8,0	6,5	76	6,70
8,1 – 11,0	9,5	274	24,14
11,1 – 14,0	12,5	347	30,57
14,1 – 17,0	15,5	245	21,59
17,1 – 20,0	18,5	146	12,86
20,1 – 23,0	21,5	40	3,52
23,1 – 26,0	24,5	7	0,62
5,1 – 26,0	15,5	1135	100,00

Os dados na Tabela 2 mostram que apenas 6,7% dos indivíduos não ultrapassam 8,0 cm de DAP e que apenas 4,14% deles ultrapassam 20 cm de DAP, estando a grande maioria dos indivíduos, (89%) nas classes de DAP entre 8,1 e 20,0 cm, sendo que a maior frequência encontrada está na classe 11,1 a 14,0 cm de DAP.

Altura das árvores

O modelo $h = b_0 + b_1/d + b_2/d^2$ obteve um ajuste de 64% dos dados, sendo que seus coeficientes são: $b_0 = 23,86360$; $b_1 = -130,09154$; $b_2 = 240,23595$.

A relação entre altura e diâmetro explicada pelo modelo pode ser visualizada na Figura 1.

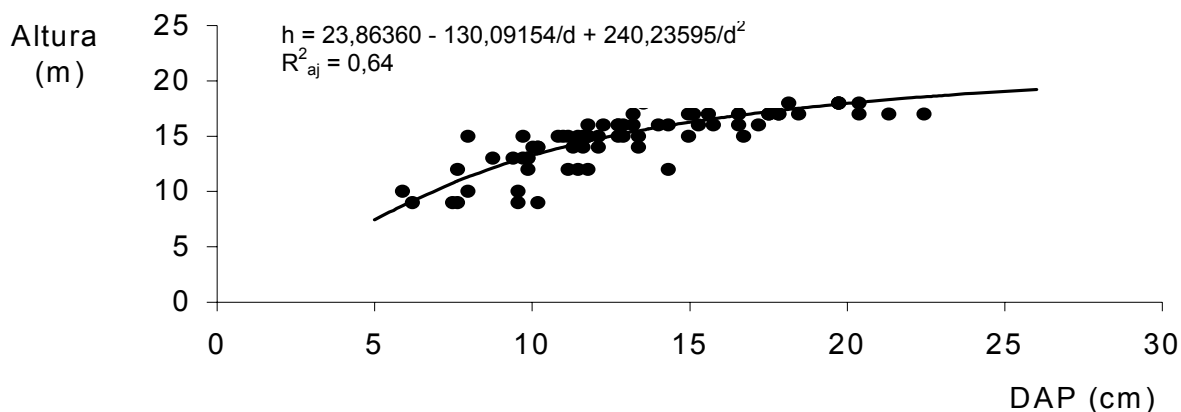


FIGURA 1: Relação entre altura e diâmetro das árvores em um povoamento de acácia-negra aos 8 anos de idade em Minas do Leão, RS.

FIGURE 1: Relationship between height and diameter of trees in a stand of 8-year-old black wattle, in Minas do Leão, RS.

Biomassa

Com o uso do modelo $\ln y = b_0 + b_1 * \ln d$, (em que: $\ln y$ = logaritmo neperiano do componente; b_0 e b_1 = coeficientes da equação; $\ln d$ = logaritmo neperiano do diâmetro da árvore a 1,30 metros de altura), foi possível estimar a biomassa seca dos diferentes componentes das árvores de acácia-negra.

Os coeficientes da equação bem como os coeficientes de determinação ajustados e erro-padrão da estimativa são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3: Coeficientes da equação ajustada para cada componente e seus respectivos coeficientes de determinação ajustados e erro-padrão da estimativa, para os diferentes componentes das árvores em um povoamento de acácia-negra aos 8 anos de idade em Minas do Leão, RS.

TABLE 3: Coefficients of the adjusted equation for each component and its respective adjusted coefficient of determination and estimate standard error to the different tree components in a stand of 8-year-old black wattle in Minas do Leão, RS.

Componente	b_0	b_1	R^2_{aj}	S_{xy}
Folhas	-6,079945	2,725821	0,94	0,308
Galhos Mortos	-4,787468	2,391665	0,83	0,496
Galhos Vivos	-4,419231	2,556727	0,96	0,221
Casca	-3,554820	2,193076	0,98	0,126
Madeira	-2,243429	2,456110	0,99	0,125
Raízes	-2,796042	2,085428	0,93	0,259
Total	-1,575087	2,388265	0,99	0,107

O modelo de regressão utilizado consegue explicar significativamente a variação dos dados dos diferentes componentes das árvores. Isso pode ser evidenciado por causa dos altos valores de coeficientes de determinação ajustados e ao erro-padrão da estimativa serem baixos.

Segundo Schneider (1997), o coeficiente de determinação expressa a variação total dos dados explicada pela regressão, selecionando-se a equação que contenha maior coeficiente de determinação ajustado.

A produção de biomassa pelos órgãos da planta segue a ordem: madeira > raízes > galhos vivos > casca > galhos mortos > folhas (Tabela 4). Nesse povoamento, a biomassa do componente folha é menor que os demais, diferente de uma floresta de acácia-negra em idade juvenil, estudada por Caldeira (1998), que encontrou a seguinte ordem: madeira > folhas > galhos vivos > casca > galhos mortos.

TABELA 4: Biomassa média em Mg ha⁻¹ e percentual dos componentes das árvores de um povoamento de acácia-negra aos 8 anos de idade em Minas do Leão, RS.

TABLE 4: Average biomass in Mg ha⁻¹ and percentage of tree components in a stand of 8-year-old black wattle in Minas do Leão, RS.

Componente	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	Porcentagem
Folhas	3,92	2,97
Galhos Mortos	6,07	4,59
Galhos Vivos	12,37	9,37
Casca	10,93	8,28
Madeira	82,35	62,34
(total acima do solo)	115,64	87,55
Raízes	16,46	12,45
Total	132,10	100,00

Pereira *et al.* (1997) registraram para a biomassa acima do solo de um povoamento de acácia-negra, aos 9 anos de idade, a seguinte ordem de distribuição: madeira > casca > galhos vivos > folhas > galhos mortos.

O percentual de biomassa nos diferentes compartimentos de uma árvore varia com a idade. Schumacher (1995) observou que, em uma floresta de *Eucalyptus saligna*, a biomassa de copa e raízes diminui com o passar do tempo. Aos 4 anos de idade, a biomassa estava distribuída 9% nas folhas, 7% nos ramos, 8% na casca, 60% na madeira e 16% nas raízes, enquanto que, para a mesma espécie, aos 7 anos de idade, a biomassa estava distribuída 3% nas folhas, 5% nos ramos, 7% na casca, 74% na madeira e 11% nas raízes.

A biomassa acima do solo representou 87,5% da biomassa total das árvores do povoamento, sendo que o fuste (madeira + casca) e a copa (folhas, galhos vivos e galhos mortos) representaram 70,6 e 16,9% respectivamente, da biomassa total do povoamento.

A biomassa do componente raízes foi muito semelhante à encontrado por Krapfenbauer e Andrae (1982), trabalhando com araucária, aos 17 anos de idade, evidenciando que a biomassa de raízes representa 12,4% da biomassa total das plantas. Valores semelhantes também foram encontrados por Neves (2000), o qual constatou que a biomassa de raízes representa 11,4% do total da biomassa de clones de eucalipto, com idade em torno de nove anos.

CONCLUSÕES

Aos 8 anos de idade, a Acácia-negra chega a concentrar mais de 60% de sua biomassa na madeira. Já a biomassa abaixo do solo pode chegar à aproximadamente 12% da biomassa total.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Empresa Agroseta S.A. que, por intermédio do Engenheiro Florestal Elias Moreira, possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 178p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1997.
- ANDRAE, F. H. **Ecologia Florestal**. Santa Maria: UFSM, 1978. 230p.
- AUER, C. G.; SILVA, R. Fixação de nitrogênio em espécies arbóreas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.157-172.
- BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Biomassa aérea da bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em talhões do sistema

de cultivo tradicional. **Boletim de Pesquisas Florestais**, Curitiba, n.34, p.31-44, jan./jun. 1997.

CALDEIRA, M. V. W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes precedências de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. 1998. 96p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; NETO, R. M. R.; WATZLAWICK, L. F.; SANTOS, E. M. dos. Quantificação da biomassa acima do solo de *Acacia mearnsii* De Wild., procedencia Batemans Bay – Austrália. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p. 79-91, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. (Boletim Técnico, 30).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. SNPS **Sistema brasileiro de classificação e levantamento de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Seção de Ecologia Agrícola. **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. V.3.

KANNEGIESSER, U. Apuntes sobre algunas acacias australianas. 1.- *Acacia mearnsii* De Willd. **Ciencia e Investigación Forestal**, v.4, n.2, p.198-202, 1990.

KRAMER, R. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Kalouste Goulbenkian, 1972. 745p.

KRAPFENBAUER, A.; ANDRAE, F. H. Inventário de um reflorestamento de Araucária de 17 anos de idade em Passo Fundo – RS. Inventário da biomassa. In: ANDRAE, F. H.; KRAPFENBAUER, A. **Pesquisas Áustro-Brasileiras 1973-1982 sobre *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna***. Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria / Universitaet fuer Bodenkultur, 1982. p.16-29

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.

NEVES, J. C. L. **Produção e participação de biomassa, aspectos nutricionais e hídricos em plantios clonais de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo**. 2000. 191p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2000.

PEREIRA, J. C.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; CALDEIRA, M. V. W.; SANTOS, E. M. dos. 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.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3.ed. São Leopoldo: Ed. Unisinos. 1994. 473p.

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. ; HELLER, J. B.; STEIN, P. P. Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em teste de procedência e progênes de Acácia-negra (*Acacia mearnsii*). **Boletim de Pesquisas Florestais**; Colombo, n. 24/25, p. 55-65, jan./dez. 1992.

SCHNEIDER, P. R. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1997. 217p.

SCHUMACHER, M. V. 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.

SCHUMACHER, M. V. **Nachstoffkreislauf in verschiedenen Bestaenden von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien**. 1995. 167p. Tese (Doutorado) – Viena, Áustria, 1995.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A complexidade dos ecossistemas**. Porto Alegre: Pallotti, 1997. 50p.