

Biomassa de povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild., Rio Grande do Sul, BrasilBiomass in *Acacia mearnsii* De Wild stand, Rio Grande do Sul, BrasilMarcos Vinicius Winckler Caldeira¹, Fabio Luiz Fleig Saidelles²,
Mauro Valdir Schumacher³ e Tiago de Oliveira Godinho⁴**Resumo**

O objetivo deste estudo foi estimar a biomassa da parte aérea e raízes, bem como, analisar a eficiência do uso de equações para estimar a biomassa dos componentes das árvores de *Acacia mearnsii* com quatro anos de idade. O trabalho foi realizado em um povoamento de acácia-negra localizado na cidade de Arroio dos Ratos/RS, em uma fazenda pertencente à empresa Agroseta S.A., nas coordenadas 30°07'12" S e 51°57'45" W, com altitude média de 90 m. Com base em um inventário florestal, foram abatidas 21 árvores, distribuídas em sete classes diamétricas, cobrindo a heterogeneidade do povoamento. Foi determinada a biomassa dos componentes: folhas, galhos vivos, galhos mortos, raízes, madeira e casca. Foram retiradas amostras de madeira e casca a 50% da altura total das árvores. Foi feito o estudo da regressão para estimar a biomassa dos componentes das árvores em função da altura e diâmetro das mesmas. A biomassa total das árvores com quatro anos de idade foi de 72,91 Mg ha⁻¹, distribuída 64% na madeira, 11% nas raízes, 10% na casca, 7% nos galhos vivos, 5% nos galhos mortos e 3% nas folhas. Foi observado também que não houve tendência de aumento ou redução da contribuição da biomassa total (parte aérea e raízes) com a mudança da classe diamétrica. É possível estimar com êxito a biomassa de raízes com base em dados simples como DAP e altura.

Palavras-chave: Acácia-negra; estimativa de biomassa; raiz.

Abstract

The objective of this study was to quantify the biomass of *Acacia mearnsii* trees aged four years. It was conducted in a black wattle stand, located in Arroio dos Ratos, RS, in a farm belonging to Agroseta S/A, located at 30° 07' 12" S and 51° 57' 45" W, and 90 m of average altitude. The first step taken was to do a forest inventory. For this, 21 trees were felled, distributed in 7 diametric classes, to sample stand heterogeneity. Then the biomass amount in leaves, live branches, dead branches, roots, wood and bark were determined. Samples of wood and bark were taken along the stem at 50% of the total height. The total biomass from *Acacia mearnsii* trees was 72.91 Mg ha⁻¹, with 64% in the wood, 11% in the roots, 10% in the bark, 7% in live branches, 5% in dead branches and 3% in the leaves. There was no reduction of the total biomass contribution (above and below of the soil) with a diametric rank change. Therefore one may estimate the root biomass by using data such as DBH or height.

Keywords: black wattle, biomass estimation, roots.

INTRODUÇÃO

O primeiro plantio de *Acacia mearnsii* De Wild., a acácia-negra, no Rio Grande do Sul, foi realizado em 1918 (OLIVEIRA, 1968). Os plantios comerciais tiveram início em 1930, com a importação de 30 quilos de sementes da África do Sul, e, em 1941, iniciou-se a utilização co-

mercial desta espécie com a criação da Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda. Em 1957, existiam 81 milhões de árvores de acácia-negra plantadas. Higa e Dedeczek (1999) estimaram que a área plantada desta espécie, em 1999, era de aproximadamente 100.000 ha.

As plantações de acácia-negra têm características multifuncionais: agem na recuperação de

¹Profº D.Sc. Departamento de Engenharia Florestal/Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário s/n. Caixa Postal: 16, CEP: 29500-000. Alegre/ES. caldeiramv@pq.cnpq.br – Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq.

²D.Sc. Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAFRO). Boca do Monte, 7 Distrito – Caixa Postal: 346, CEP: 97001970. Santa Maria/RS. - E-mail: fabio-saidelles@fepagro.rs.gov.br

³Profº D.Sc. Departamento de Ciências Florestais/Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. Av Roraima s/n – Camobi, CEP: 97105-900. Santa Marias/RS. - E-mail: schumacher@pesquisador.cnpq.br

⁴Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Departamento de Engenharia Florestal/Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário s/n. Caixa Postal: 16, CEP: 29500-000. Alegre/ES. - E-mail: godinhoto@hotmail.com

solos de baixa fertilidade; permitem consórcio com cultivos agrícolas e criação de animais e de suas árvores; além da madeira, é possível o uso da casca para fins industriais (EMBRAPA, 2005). Devido ao seu rápido crescimento e facilidade de adaptação a diferentes locais, mesmo em áreas que tenham perdido o solo superficial, a acácia-negra tem sido efetiva no controle da erosão (KANNEGIESSER, 1990).

Estudos com biomassa são importantes porque permitem obter informações sobre características de diferentes ecossistemas e direcionam as decisões para o planejamento do tipo de manejo a ser utilizado (ANDRAE; KRAPFENBAUER, 1983). Segundo Schumacher (1996), durante a fase inicial de desenvolvimento de uma floresta, grande parte dos carboidratos são canalizados a fim de produzirem a biomassa da copa. Entretanto, com o passar do tempo, quando as copas começam a competir entre si, a produção relativa do tronco aumenta e a das folhas e ramos diminui gradativamente. A biomassa e o crescimento das árvores dependem, entre outros fatores, da qualidade do sítio, textura e disponibilidade de nutrientes no solo, das características climáticas e da altitude na qual está localizado o povoamento (KADEBA, 1994) e da procedência (CALDEIRA, 1998; CALDEIRA *et al.*, 2000; 2001).

As diferenças na produção de biomassa de raízes para uma mesma espécie, com mesma idade, porém em diferentes sítios, podem ser atribuídas segundo Caldeira (2003) e Schumacher (1995), à quantidade de nutriente e às condições inerentes ao local onde foi instalado o povoamento, tais como teor da argila e matéria orgânica do solo. Conforme Gonçalves *et al.* (2000), a produção de biomassa abaixo do solo varia com a espécie e o espaçamento. A contribuição do sistema radicular para a biomassa total varia em função da idade, ocorrendo os percentuais maiores na fase inicial do crescimento, sendo que a energia está canalizada para a formação da copa e do sistema radicular.

O sistema radicular, além de fornecer suporte à planta, é responsável pelo fornecimento de água e nutrientes. Desse modo, influenciam no desenvolvimento, refletindo na relação biomassa abaixo do solo/biomassa acima do solo (ANDRADE, 1997). Nesse sentido, o conhecimento da quantidade de biomassa abaixo do solo e do estoque de nutrientes é de fundamental importância quando se vai planejar o manejo desses povoamentos.

O objetivo deste estudo foi estimar a biomassa da parte aérea e raízes, bem como, analisar

e eficiência do uso de equações para estimar a biomassa dos componentes das árvores de *Acacia mearnsii* De Wild. com quatro anos de idade estabelecidos no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Características da área de estudo

O presente trabalho foi realizado em plantações com quatro anos de idade na Fazenda Chagastelles, pertencente à empresa Agroseta S/A, distante aproximadamente 4 km da cidade de Arroio dos Ratos-RS.

Segundo Koëppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical (MORENO, 1961). A temperatura média do mês de janeiro fica em torno de 24 °C, a do mês de julho é 13 °C e a temperatura média anual fica entre 18-19 °C, sendo que a temperatura média das máximas no ano é de 24 °C e a das mínimas no ano é de 14 °C. A precipitação pluvial no ano varia de 1200 a 1600 mm e são bem distribuídas, ocorrendo de 100 a 120 dias de chuva no ano. O solo da área de estudo, segundo a Embrapa (2006) é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico, localizado em relevo suave ondulado (Tabela 1).

Implantação do povoamento

O plantio foi realizado em setembro de 1997, numa área de 2.564 ha, com espaçamento de 1,3 x 3,0 m. Foi feita subsolagem com uma haste, alcançando a profundidade de 45 cm e gradagem na linha de plantio. O plantio foi realizado com semente, utilizando a plantadeira hidráulica de Acácia-negra (PHA), sendo colocadas oito sementes por cova. O replantio, quando necessário, foi realizado aproximadamente 30 dias após, em outubro de 1997. Ressalta-se que as coletas de todos os dados para o presente estudo foram realizadas quando o povoamento se se encontrava com 4 anos de idade.

No momento do plantio, foi feita adubação de plantio, aplicando-se 40 g cova⁻¹ de NPK de formulação 02-32-06. Durante a fase de desenvolvimento das mudas no campo, foi aplicado herbicida seletivo pré-emergente (Gamit 360 cs), na dose de 400 ml ha⁻¹ e, em maio de 1998, foi realizado desbaste e limpeza da área com foice manual. Foi realizado o combate à formiga cortadeira e o controle do *Oncideres impluviata* (serrador).

Inventário florestal da área amostral

Inicialmente, foi escolhida uma área homogênea quanto às condições de sítio, onde foram

demarcadas sete parcelas de formato retangular de 20 x 30 m. Em cada uma das parcelas, foram medidos os diâmetros à altura do peito (DAP) de todas as árvores, com suta, e as alturas totais, com aparelho Vertex, de 10% de indivíduos, ao acaso. As alturas das árvores que não foram medidas foram estimadas através da equação de relação hipsométrica (Equação 1), que apresentou os melhores parâmetros de ajuste para a região e para a espécie, na época da realização da pesquisa.

$$\log h = b_0 + b_1 x (1/DAP) \quad (1)$$

Em que: $b_0 = 1,378574$; $b_1 = - 2,079563$; $R_{aj}^2 = 0,92$; $Syx (\%) = 3,0$; $h =$ altura (m); $\log =$ logaritmo de base 10; $DAP =$ diâmetro à altura do peito (cm).

Pode-se verificar o baixo erro padrão e alto coeficiente de determinação da equação, que apresentou um bom ajuste dos diâmetros com as alturas, o que possibilitou estimar as alturas das demais árvores com precisão.

O volume total da madeira com e sem casca foi obtido com base nas equações propostas por Schneider e Hosokawa (1978), a partir dos dados de DAP e altura do povoamento, respectivamente, com o uso das Equações 2 e 3.

$$\log vcc = b_0 + b_1 x \log (DAP^2 x h) \quad (2)$$

Em que: $b_0 = - 4,20076$; $b_1 = 0,9494568$; $R_{aj}^2 = 0,95$; $Syx (\%) = 2,9$

$$\log vsc = b_0 + b_1 x \log (DAP^2 x h) \quad (3)$$

Em que: $b_0 = - 4,29654$; $b_1 = 0,9562276$; $h =$ altura (m); $\log =$ logaritmo de base 10; $DAP =$ diâmetro à altura do peito (cm); $vsc =$ volume total sem casca (m^3); $vcc =$ volume total com casca (m^3); $R_{aj}^2 = 0,93$; $Syx (\%) = 2,7$

Distribuição diamétrica

A partir dos dados do inventário as árvores foram agrupadas em classes diamétricas, de modo a abranger as variações ocorridas no po-

Tabela 1. Resultados das análises químicas do solo plantado com *Acacia mearnsii* De Wild., com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos/RS, Brasil.

Table 1. Results of the chemical analyses of soil planted with *Acacia mearnsii* De Wild., with four years of age, Arroio dos Ratos/RS, Brazil.

Profundidade cm	Argila %	pH H ₂ O	M.O. %	m	V	P	K	Ca	Mg	CTC	Cu	Zn	Fe	Mn
						mg L ⁻¹		cmol _c L ⁻¹					mg L ⁻¹	
0 – 10	31	4,4	2,5	27	44	4	86	2	0,5	4,8	1,8	1,6	123	90
	28	4,3	3	27	37	5,5	130	1,6	0,6	4	1,3	1,3	135	64
	31	4,1	2,6	19	57	4	120	1,2	0,4	4,4	1,8	0,8	124	77
	30	4,3	2,7	30	45	5,5	136	1,5	0,5	4,2	1,8	1,3	116	94
Média	30	4,275	2,7	25,75	45,75	4,75	118	1,575	0,5	4,35	1,675	1,25	124,5	81,25
10 – 20	35	4,3	2	27	41	3,2	112	1,5	0,5	3,9	1,9	1,3	133	76
	39	4,3	2,1	28	47	3,2	138	1,4	0,5	4,5	2	1,1	76	36
	36	4,2	1,7	20	56	3,2	92	1,2	0,4	4,1	1,9	0,6	82	25
	35	4,3	2,2	29	44	4,8	116	1,6	0,4	4,1	2,2	1	81	75
Média	36,25	4,275	2	26	47	3,6	114,5	1,425	0,45	4,15	2	1	93	53
20 – 30	44	4,4	1,8	30	39	3,2	114	2,2	0,8	4,7	2,3	0,8	64	38
	36	4,4	1,9	27	46	4	162	1,4	0,5	4,3	2,2	0,6	71	27
	44	4,3	2	27	50	3,2	98	1,6	0,6	5	2,1	0,4	75	10
	43	4,3	1,7	27	46	3,2	86	1,6	0,6	4,5	2	0,5	61	30
Média	41,75	4,35	1,85	27,75	45,25	3,4	115	1,7	0,625	4,625	2,15	0,575	67,75	26,25
30 – 40	46	4,4	1,8	41	35	3,2	78	2,1	0,9	4,9	2,2	0,5	54	6
	44	4,4	2,1	26	49	3,2	162	1,6	0,6	5,1	1,8	0,3	78	7
	51	4,5	1,7	28	49	2,5	100	1,6	0,7	5,1	1,4	0,3	59	15
	43	4,3	1,8	27	46	3,2	86	1,7	0,6	4,7	1,9	0,3	42	14
Média	46	4,4	1,85	30,5	44,75	3,025	106,5	1,75	0,7	4,95	1,825	0,35	58,25	10,5
40 – 50	43	4,4	1,7	33	40	3,2	78	1,8	0,8	4,7	2	0,4	51	6
	56	4,4	1,7	27	52	3,2	168	1,5	0,6	5,2	1,5	0,3	61	2
	43	4,6	1,5	35	47	3,2	86	1,6	0,7	4,7	1,3	0,4	45	1
	47	4,4	1,7	30	45	3,2	98	1,6	0,7	4,9	1,9	0,3	46	16
Média	47,25	4,45	1,65	31,25	46	3,2	107,5	1,625	0,7	4,875	1,675	0,35	50,75	6,25
50 – 60	56	4,4	1,6	35	40	2,5	90	1,9	0,9	5	1,9	0,4	45	1
	56	4,4	1,7	27	47	3,2	146	1,6	0,7	5,1	1,5	0,3	66	4
	56	4,6	1,3	33	41	3,2	78	1,7	0,8	4,6	1,4	0,4	48	8
	48	4,5	1,4	31	42	3,2	82	1,6	0,7	4,3	1,6	0,3	48	18
Média	54	4,475	1,5	31,5	42,5	3,025	99	1,7	0,775	4,75	1,6	0,35	51,75	7,75

voamento. Para tanto, determinou-se o número de classes com o uso da fórmula de Sturges, descrita por Finger (1992), expressa por: $K = 1 + 3,3 \times \log n$, onde: n = número de observações e K = número de classes.

Determinação da biomassa da parte aérea acima do solo

Após a distribuição diamétrica, foram abatidas 21 árvores distribuídas em sete classes diamétricas, cobrindo a heterogeneidade do povoamento, de modo a cobrir a amplitude dos dados. Na sequência, os galhos foram separados do tronco e classificados em vivos e mortos. Dos galhos vivos foram separadas todas as folhas. O tronco foi descascado, sendo separado em dois componentes: madeira e casca.

As quantidades de matéria verde da madeira, casca, folhas, galhos vivos e galhos mortos foram obtidos com o uso de uma balança de gancho. Em seguida, foi feita a pesagem de amostras de todos os componentes das árvores em balança com precisão de 0,01g. Para a madeira e casca, foram retiradas amostras a 50% da altura total das árvores (BARICHELLO *et al.*, 2005; CALDEIRA, 1998; SCHUMACHER, 1995).

Após serem devidamente identificadas, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar, à temperatura de 65 °C, até atingirem massa constante. Com base nos valores de massa de matéria úmida e seca de cada amostra, estimou-se a massa de matéria seca de cada um dos componentes da árvore e total da parte aérea.

Determinação da biomassa das raízes

Para determinar a biomassa das raízes, efetuou-se a escavação do toco em todas as árvores amostradas. As raízes grossas, maiores que 2 mm, foram arrancadas do solo, com a ajuda de um trator. As raízes foram lavadas, em lava-jato, para retirada de todo solo aderido às mesmas. Foi determinada a massa de matéria úmida das raízes, o material foi amostrado, seco em estufa e estimado a matéria seca total das raízes com o mesmo procedimento adotado para a determinação da biomassa da parte aérea.

Relação entre o DAP e a biomassa arbórea

A partir dos dados dos componentes da biomassa da parte aérea, das raízes e do DAP das 21 árvores amostradas, ajustou-se a regressão: $\log y$

$= b_0 + b_1 x (\log DAP)$, onde y é a biomassa da parte aérea ou das raízes. O modelo obtido foi usado para estimar a biomassa dos diferentes componentes das árvores não amostradas na parcela.

Para observar o ajuste e a precisão do modelo foram escolhidos parâmetros estatísticos, tais como: coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) e erro padrão da estimativa em percentagem ($S_{yx}\%$) (SCHNEIDER, 1997).

Estimativa da biomassa por área

A determinação da biomassa por hectare foi baseada na quantidade dos componentes das árvores da parcela. Em cada parcela amostrada no inventário com uma área de 600 m², foi realizado o somatório da biomassa estimada pelas equações ajustadas, para cada componente das árvores. Com os dados das sete parcelas, foi feita uma média dos valores da biomassa, estimada em kg ha⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biomassa nos diferentes componentes das árvores por classe de diâmetro

Foi determinado o intervalo de classes com base na fórmula: $h = H/K$, onde: H = amplitude total (DAP máx – DAP min), K = número de classes e h = intervalo de classe (cm).

Na Figura 1, tem-se a distribuição do número de árvores por hectare, em que a maioria das árvores encontra-se nas classes intermediárias.

Levando em consideração que o espaçamento de plantio usado de 1,3 x 3 m tenha estabelecido uma densidade inicial de plantas de 2564 por hectare. A Figura 1 mostra que sobreviveu apenas 1445 árvores por hectare, ou seja, 60% do total plantado. Essa percentagem de falhas das árvores pode ter sido consequência da ocorrência de pragas ou doenças, bem como do uso de sementes não melhoradas.

A distribuição média da biomassa, por classe de DAP, nos diferentes componentes das árvores de *Acacia mearnsii* pode ser observado na Tabela 2. De um modo geral, pode-se dizer que, quanto maior a classe diamétrica, maior diâmetro e maior será a biomassa dos componentes. Resultados semelhantes também foram observados por Barichello *et al.* (2005); Caldeira *et al.* (2000) e Carbonera Pereira *et al.* (1997)

Na Tabela 3, observa-se a contribuição média (%) da biomassa dos componentes das árvores de *Acacia mearnsii* com o aumento dos diâmetros das classes. Como se pode observar, a madeira é o componente da árvore que mais contribuiu,

em média, com 62,2% para a biomassa total nas árvores de acácia-negra com quatro anos, seguida pela casca (10,4%), pelos galhos vivos (7,4%), pelos galhos mortos (5,4%) e pelas folhas (3,6%). A biomassa de raízes, contribuiu,

em média com 11% da biomassa total. Contudo, observa-se que pode haver inversões no percentual da contribuição da biomassa de galhos, casca, folhas e raízes, dependendo da classe de diâmetro em que se encontra a árvore.

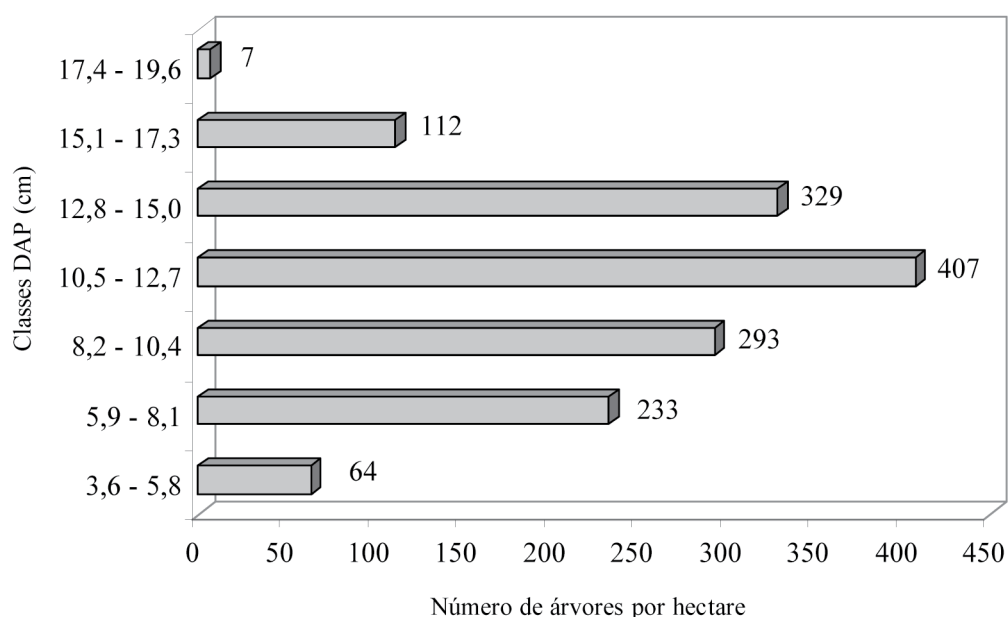


Figura 1. Número de árvores por hectare de *Acacia mearnsii* De Wild., distribuídas nos intervalos de classes de DAP aos quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Figure 1. Number of trees per hectare of four years old *Acacia mearnsii* De Wild., distributed in BHD classes intervals, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Tabela 2. Biomassa em dos diferentes componentes das árvores de *Acacia mearnsii* De Wild. por classe de diâmetro com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Table 2. Biomass per diameter classes for different components of four years old *Acacia mearnsii* De Wild. trees, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Classe de DAP (cm)	Biomassa (kg árvore ⁻¹)						
	Madeira	Casca	GM	Raízes	GV	Folhas	Total
3,6-5,8	2,42	0,62	0,29	0,46	0,23	0,18	4,20
5,9-8,1	7,50	1,31	0,69	1,38	0,50	0,14	11,52
8,2-10,4	19,22	2,98	2,00	2,89	1,80	0,66	29,55
10,5-12,7	36,43	6,06	1,60	5,89	5,24	2,73	57,95
12,8-15	57,41	8,79	5,37	10,81	6,61	4,32	93,30
15,1-17,3	81,38	11,90	5,54	14,22	9,97	5,40	128,41
17,4-19,6	108,45	14,10	9,00	20,81	22,13	6,92	181,41
Média	44,69	6,54	3,50	8,07	6,64	2,91	72,33

Onde: GM= galhos mortos, GV= galhos vivos

Tabela 3. Contribuição percentual dos componentes da biomassa das árvores amostradas de *Acacia mearnsii* nas classes de DAP com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Table 3. Percentage contribution of sampled trees biomass components of four years old *Acacia mearnsii* De Wild. in BHD classes, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Classe de DAP (cm)	% média de contribuição						
	Madeira	Casca	GM	Folhas	GV	BPA	Raízes
3,6-5,8	57,7	14,7	7,0	4,2	5,5	89,1	10,9
5,9-8,1	65,1	11,4	6,0	1,2	4,3	88,0	12,0
8,2-10,4	65,1	10,1	6,8	2,2	6,1	90,2	9,8
10,5-12,7	62,9	10,5	2,8	4,7	9,0	89,8	10,2
12,8-15	61,5	9,4	5,8	4,6	7,1	88,4	11,6
15,1-17,3	63,4	9,3	4,3	4,2	7,8	88,9	11,1
17,4-19,6	59,8	7,8	5,0	3,8	12,2	88,5	11,5
% geral¹	62,2	10,4	5,4	3,6	7,4	89,0	11,0
% geral²	69,9	11,7	6,1	4,0	8,3	100,0	-

Onde: GM= galhos mortos, GV= galhos vivos, BPA= Biomassa da parte aérea, % = percentagem do componente da biomassa por classe de diâmetro. ¹BPA + Raízes = 100%, as percentagens de contribuição para Madeira, Casca, GM, GV, Folhas e Raízes referem-se à contribuição média em relação à biomassa total (BPA + Raízes). ²Refere-se à contribuição média em relação à biomassa da parte aérea (BPA).

É possível analisar na Tabela 3 que a contribuição da biomassa da parte aérea não apresentou tendência de aumento ou redução, com a mudança da classe diamétrica, idem à contribuição da biomassa de raízes.

No caso da casca, observa-se que o percentual médio de contribuição da biomassa deste componente apresentou os menores valores nas classes de maior diâmetro em comparação com as classes de menor diâmetro, mostrando uma tendência de redução com o aumento das classes diamétricas (Figura 2). No entanto, não se deve confundir percentual de contribuição com percentagem total de casca, que se mostra geralmente menor nas menores classes de diâmetro.

As equações ajustadas (Tabela 4) com os dados das 21 amostradas correlacionam biomassa com DAP, tendo sido utilizadas para estimar a biomassa dos componentes das árvores não amostradas na parcela (600 m²).

Conforme Soares *et al.* (1996), a determinação da biomassa dos diversos componentes de todas as árvores em um povoamento florestal é inviável ou, às vezes, impraticável, tornando-se

necessária à utilização de métodos estimativos que implicam na derrubada de algumas árvores para o ajuste de modelos e equações. Além disso, pode-se verificar a distribuição, em termos percentuais médios, da biomassa dos componentes da parte aérea, por classe de DAP.

A equação $\log y = a + b \times \log DAP$ foi usada por Kadeba (1994) para estimar a biomassa dos componentes de *Pinus caribea* com 14 anos. Esta mesma equação foi utilizada por Martin *et al.* (1998) para estimar a biomassa de 10 espécies florestais nos Estados Unidos.

Segundo Drexhage e Colin (2001), o conhecimento da biomassa de raízes e sua arquitetura tornam-se difícil, por causa da forma usada para realizar a amostragem, especialmente para árvores com grande porte. Por isto, são utilizadas equações que estimam a biomassa deste componente baseado no DAP. Para esses autores, as equações para estimar a biomassa de raízes podem se basear no DAP, sendo de grande aplicabilidade em inventário florestal, como variável de entrada em modelos de crescimento das árvores, e estimar a biomassa de raízes, sem que haja a extração das mesmas.

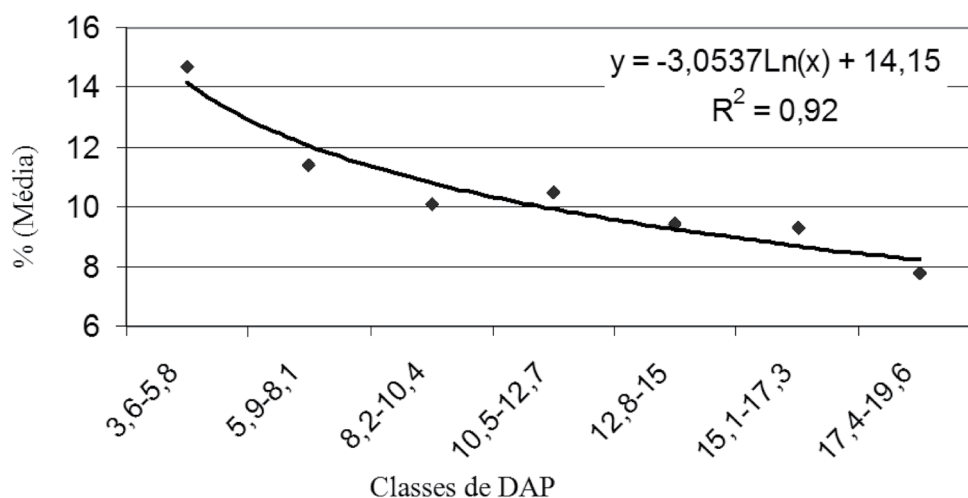


Figura 2. Percentagem média de contribuição da biomassa do componente casca em árvores de *Acacia mearnsii* De Wild. por classe de diâmetro com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Figure 2. Percentage contribution of biomass components from bark of *Acacia mearnsii* De Wild. trees with four years old, per diameter classes, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Tabela 4. Equações ajustadas para estimar a biomassa dos componentes das árvores de *Acacia mearnsii* com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Table 4. Adjusted equations to estimate biomass for four years old *Acacia mearnsii* trees components, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Componente	Equação	Syx %	R ² _{aj}
Madeira	$\log y = -1,4975 + 2,80959 \times \log DAP$	4,0	0,99
Casca	$\log y = -1,8824 + 2,41592 \times \log DAP$	16,0	0,97
Folha	$\log y = -3,1926 + 3,18081 \times \log DAP$	20,0	0,85
Galhos Vivos	$\log y = -3,2827 + 3,56699 \times \log DAP$	21,2	0,84
Galhos Mortos	$\log y = -2,3457 + 2,54149 \times \log DAP$	19,3	0,83
Raízes	$\log y = -2,2681 + 2,82014 \times \log DAP$	18,0	0,97
Total	$\log y = -1,2874 + 2,80262 \times \log DAP$	3,4	0,99

Sendo: log = logaritmo de base 10; DAP = diâmetro à altura do peito.

Distribuição da biomassa por hectare

A Tabela 5 evidencia que a variação da quantidade de biomassa nos diferentes componentes das árvores de acácia-negra nas sete parcelas do inventário florestal, bem como, a distribuição média, em percentagem, dos diferentes componentes da biomassa em relação à biomassa total por hectare.

De um total de 72,91 Mg ha⁻¹, 46,62; 7,09; 2,42; 5,30; 3,35 e 8,12 Mg ha⁻¹ foram distribuídos nos componentes, madeira (63,9%), casca (9,7%), folhas (3,3%), galhos vivos (7,3%), galhos mortos (4,6%) e raízes (11,1%), respectivamente. Ross (2004), trabalhando na mesma classe de solo e mesma espécie, com uma densidade de 1525 plantas ha⁻¹, no povoamento com sete anos, concluiu que a produção de biomassa total do povoamento foi de 161,70 Mg ha⁻¹, com uma distribuição de 60,36% de madeira, 12,08% de raízes, 11,08% de galhos vivos, 8,45% de casca, 4,33% de galhos mortos e 3,70% de folhas. Observa-se que com maior densidade e menor idade, houve menor produção de biomassa total, com maiores contribuições de madeira, cascas, folhas e galhos mortos.

Em estudo realizado por Barichello (2003) e Barichello *et al.* (2005), em um povoamento de *Acacia mearnsii* com oito anos de idade, sendo o número médio de árvores por hectare de 1134, a biomassa total ficou distribuída na ordem: 62% na madeira > 12% nas raízes > 9% nos galhos vivos > 8% na casca > 5% nos galhos mortos > e 3% nas folhas. Porém, Calil (2003) estudando a mesma espécie, mas aos seis anos de idade e em um sistema silvipastoril, observou que a contribuição dos componentes na biomassa total foi: 56% na madeira, 16% nos galhos vivos, 13%

nas raízes, 7% na casca, 4,5% nos galhos mortos, e 4,3% nas folhas.

Caldeira (1998) observou que, entre outros fatores, a quantidade de biomassa pode variar segundo a procedência da espécie. Na procedência Batemans Bay e Bodalla, a ordem de contribuição foi: madeira (45%) > folhas (20%) > galhos vivos (19%) > casca (12%) > galhos mortos (2%); já na procedência, Lake George, a ordem foi: madeira (49%) > galhos vivos (19%) > folhas (18%) > casca (12%) > galhos mortos (1%).

CONCLUSÕES

A produção de biomassa total do povoamento de *Acacia mearnsii* com quatro anos de idade foi de 72,91 Mg ha⁻¹, distribuída 64% na madeira, 11% nas raízes, 10% na casca, 7% nos galhos vivos, 5% nos galhos mortos e 3% nas folhas.

Não houve tendência de aumento ou redução da contribuição da biomassa da parte aérea e das raízes com a mudança da classe diamétrica.

O percentual médio de contribuição da biomassa da casca apresentou os menores valores nas classes de maior diâmetro em comparação com as classes de menor diâmetro.

É possível estimar com êxito a biomassa de raízes a partir de características de crescimento fáceis de serem medidas, como DAP e altura da árvore.

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.

Tabela 5. Biomassa (Mg ha⁻¹) dos diferentes componentes das árvores de *Acacia mearnsii* De Wild. com quatro anos de idade, Arroio dos Ratos, RS/Brasil.

Table 5. Biomass (Mg ha⁻¹) in different components of four years old *Acacia mearnsii* De Wild. trees, Arroio dos Ratos, RS/Brazil.

Parcela	Componentes da biomassa						Total
	Madeira	Casca	Folhas	GV	GM	Raízes	
	(Mg ha ⁻¹)						
1	45,39	6,87	2,37	5,22	3,25	7,91	71,01
2	50,01	7,65	2,59	5,63	3,61	8,71	78,20
3	47,85	7,35	2,46	5,33	3,46	8,33	74,79
4	45,89	7,04	2,37	5,14	3,32	7,99	71,75
5	44,88	6,88	2,31	5,01	3,24	7,82	70,15
6	44,29	6,75	2,30	5,04	3,19	7,71	69,28
7	48,01	7,11	2,56	5,74	3,39	8,37	75,17
Média	46,62	7,09	2,42	5,30	3,35	8,12	72,91
% total	63,9	9,7	3,3	7,3	4,6	11,1	-
∂	2,06	0,31	0,11	0,28	0,15	0,36	3,22
CV%	4,4	10,7	10,2	8,7	12,7	13,9	10,4

Sendo: Mg ha⁻¹ = Megagrama por hectare; ∂ = desvio padrão; CV (%) = coeficiente de variação; GV = galho vivos; GM = galho mortos.

- ANDRAE, F.H.; KRAPPENBAUER, A. Inventário de um reflorestamento de Araucaria de 17 anos em Passo Fundo, RS. Parte I: Inventário de biomassa. In: _____. (Eds). **Pesquisa Austro-Brasileira 1973 - 1982 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucalyptus saligna**. Santa Maria, Brasil / Viena-Áustria: Universidade Federal de Santa Maria / Universitaet fuer Bodenkultur, 1983. p.16-29.
- BARICHELLO, L.R.; SCHUMACHER, M.V.; VOGEL, M.L.M. Quantificação da biomassa de um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. na região sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.2, p.129-135, 2005.
- BARICHELLO, L.R. **Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acacia mearnsii* De Wild. na região sul do Brasil**. 2003. 58p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- CALDEIRA, M.V.W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná**. Curitiba, 2003. 176p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.
- 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, 1998.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; NETO, R.M.R.; WATZLAWICK, L.F.; SANTOS, E. M. 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.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N.; PEREIRA, J.C., SANTOS, E.M. Produção de biomassa em uma procedência australiana de *Acacia mearnsii* De Wild. plantada no sul do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, p.201-206, 2000.
- CALIL, F. N. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em um sistema silvopastoril com *Acacia mearnsii* De Wild., no município de Tupanciretã, RS**. 2003. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- CARBONERA PEREIRA, J.C.; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; CALDEIRA, M.V.W.; SANTOS, E.M. Produção de biomassa em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.4, p.521-526, 1997.
- DREXHAGE, M.; COLIN, F. Estimating root system biomass from breast-height diameters. **Forestry**, Oxford, v.74, n.5, p.491-497, 2001.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- EMBRAPA. **Cultivo da Acácia Negra**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AcaciaNegra/CultivodaAc>>. Acesso em: 23 fev. 2005.
- FINGER, C.A.G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 201p.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A. G; GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. cap.1, p.3-57.
- HIGA, R.C.V.; DEDECEK, R.A. **Acácia negra**. Colombo: Embrapa Florestas, 1999. 2p. (Instrução Técnica n.5).
- KADEBA, O. Growth and nutrient accumulation by *Pinus caribaea* on tree savanna sites in northern Nigeria. **Agriculture, ecosystems and environment**, Amsterdam, v.49, n.2, p.139-147, 1994.
- KANNEGIESSER, U. Apuntes sobre algunas acacias australianas. **Ciencia e Investigación Forestal**, Santiago, v.4, n.2, p.198-212, 1990.
- MARTIN, J.G.; KLOEPPPEL, B.D.; SCHAEFER, T.L.; KIMBLER, D.L.; MCNULTY, S.O. Aboveground biomass and nitrogen allocation of ten deciduous southern Appalachian tree species. **Canadian Journal of Forestry Research**, Ottawa, v.28, p.1648-1659, 1998.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.

- OLIVEIRA, H. A. **Acácia-negra e tanino no Rio Grande do Sul**. Canoas: La Salle, 1968. 121p.
- ROSS, G.P.D. **Quantificação da biomassa num povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. no município da Arroio dos Ratos**. 2004. 27p. Relatório de Estágio (Estágio Supervisionado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- SCHNEIDER, P.R. **Análise de regressão aplicada à engenharia florestal**. Santa Maria: CEPEF, 1997. 217p.
- SCHNEIDER, P.R.; HOSOKAWA, R.T. Estudo de equações volumétricas para Quadros de volume com e sem casca para acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3. 1978, Manaus. **Anais...** Manaus: SBS, 1978. p.90-95.
- SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996, p.65-77.
- SCHUMACHER, M.V. **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 em Ecologia e Nutrição Florestal) - Universität für Bodenkultur, Viena, 1995.
- SOARES, C.P.B.; NETO, F.P.; SOUZA, A.L.; LEITE, H.G. Modelos para estimar a biomassa da parte aérea em um povoamento de *Eucalyptus grandis* na região de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n.2, p.179-189, 1996.

Recebido em 15/10/2010

Aceito para publicação em 14/03/2011

