

BIOMASSA E NUTRIENTES EM UM POVOAMENTO DE *Hovenia dulcis* Thunb., PLANTADO NA FEPAGRO FLORESTAS, SANTA MARIA, RS

BIOMASS AND NUTRIENT IN AN *Hovenia dulcis* Thunb. STAND AT FEPAGRO FLORESTAS, SANTA MARIA, RS

Mauro Valdir Schumacher¹ Eleandro José Brun² Vinícius Borges Illana³
Stéfano Ilha Dissiuta³ Tiago Leal Agne³

RESUMO

O presente estudo objetivou estimar a produção da biomassa acima do solo, a distribuição percentual de seus componentes e a quantidade de nutrientes em um povoamento de *Hovenia dulcis* Thunb. aos 18 anos de idade, plantado em área da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO Florestas), Santa Maria, RS, visando a fornecer indicações de manejo da floresta, com base em critério de exportação mínima de nutrientes. Partindo de uma amostragem baseada em quatro parcelas aleatoriamente distribuídas, distribuiu-se as árvores em quatro classes de diâmetro, com intervalo de 5,75 cm, de forma a abranger a amplitude dos dados levantados. Nessas classes, foram abatidas a árvore do limite inferior, superior e a árvore média da classe, para o povoamento. Pelo modelo $\ln y = b_0 + b_1 \ln DAP + b_2 \ln h$, utilizando-se as 12 árvores abatidas, estimou-se a biomassa dos diferentes componentes das árvores. A biomassa estimada alcançou 181,6 Mg ha⁻¹, estando distribuída na seguinte ordem: madeira 68,6%, galhos (vivos e mortos) 15,5%, cascas 11,2% e folhas 4,7%. Essa última fração apresentou os maiores teores de N, Ca e Mg (23,0; 29,7 e 5,4 g kg⁻¹ respectivamente), e a madeira os menores (2,0; 1,3 e 0,6 g kg⁻¹ respectivamente). A casca (0,5 e 3,6 g kg⁻¹) atingiu os maiores teores de P e K e as folhas (0,18 e 0,70 g kg⁻¹ respectivamente) os menores. As quantidades de N, P, K e Mg foram maiores na madeira, em função da grande biomassa dessa fração. A casca apresentou a maior quantidade de Ca, 500,8 kg ha⁻¹. Em função disso, a extração somente da madeira deve ser priorizada, com as demais frações ficando no sistema e ciclando seus nutrientes para as rotações posteriores.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes; reflorestamento; sustentabilidade.

ABSTRACT

This study had as objective to estimate the above ground biomass production and the percentage distribution of its components and nutritious amount in an 18-year-old-*Hovenia dulcis* stand planted in Foundation of Agricultural Research (FEPAGRO), Santa Maria, RS. Through the sampling of four randomized plots, trees were distributed in four diametric classes, with size of 5,75 cm, in which the upper and the lower limit trees were cut down, as well at the medium limit trees. Considering the model $\ln y = b_0 + b_1 \ln DAP + b_2 \ln h$, and using 12 trees, the biomass from different components of the trees was estimated. The estimated biomass was 181.6 Mg ha⁻¹, being distributed in the following order: wood 68.6%, branches 15.5%, bark 11.2% and leaf 4.7%. The leaves showed higher contents of N, Ca and Mg (23.0; 29.7 e 5.4 g kg⁻¹, respectively) and the wood showed the lower contents (2,0; 1,3 e 0,6 g kg⁻¹, respectively). The bark (0,5 e 3,6 g kg⁻¹) got higher indexes of P and K, and the leaves (0,18 e 0,70 g kg⁻¹, respectively) the lower indexes. The amount of N, P, K and Mg was higher in the wood due to its huge biomass. The bark showed a higher amount of Ca, 500.8 kg ha⁻¹. Based on this, the wood harvest should be prioritized, considering the other fractions being in the system and cycling its nutrients for later rotations.

Keywords: nutrient cycling; forestation; sustainability.

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto, Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Bolsista CNPq. schumacher@pq.cnpq.br
2. Engenheiro Florestal, MSc., Doutorando PPGEF/UFMS, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Estrada para Boa Esperança, Km, CEP 85660-000, Dois Vizinhos (PR). eleandrobrun@ufpr.edu.br
3. Engenheiros Florestal, Graduado pelo Curso de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, 97105-900, Santa Maria (RS).

Recebido para publicação em 28/02/2006 e aceito em 22/10/2007.

INTRODUÇÃO

A uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb.) ocorre naturalmente entre 25° e 41° N e de 100° e 142° Leste de Greenwich. Na China, ela é encontrada entre 25° e 40° N e de 100° e 120° L, sendo assinalada nas Províncias situadas nas Regiões Centro-Sul e Centro-Oeste: Hopei, Honan, Shantung, Chekiang, Hupeh, Hunan, Szechuan, Yunnan, Kweichow, Kwangtung e Fukien (KÖLLER, 1979).

É uma espécie caducifólia, atingindo até 25 m de altura, com copa globosa e ampla. A casca é lisa a levemente fissurada, pardo-escuro a cinza-escuro. As folhas são simples, alternas, curto-pecioladas, ovadas, acuminadas, glabras na parte superior e ligeiramente pubescentes na parte inferior. As flores são hermafroditas, pequenas, branco-esverdeadas a creme e numerosas. Os frutos são pequenos, na forma de cápsula globosa seca com duas a quatro sementes, preso a um pedúnculo carnoso cor de canela com sabor doce e agradável. As sementes são alaranjadas ou avermelhadas quando recém-colhidas, passando para marrom a preta com o tempo, sendo aproximadamente circulares. A polinização é feita especialmente por abelhas e o florescimento ocorre, no Brasil, de agosto a fevereiro, com frutificação entre março e outubro. A queda das folhas ocorre desde abril até o final de agosto. Começa a frutificar entre o 3° e 4° ano. A dispersão das sementes é zoocórica, por aves e pequenos animais (INSTITUTO HÓRUS, 2007).

Na China, a espécie ocorre em clima subtropical e em clima temperado quente e úmido (RICHARDSON, 1966). No Brasil, encontra-se sobretudo nos tipos climáticos Cfa, Cfb e Cwa (climas subtropicais) (CARVALHO, 1994).

No sul do Brasil, ela é largamente difundida pelo cultivo, de forma isolada ou em pequenos talhões, apresentando regeneração natural intensa por sementes, em consequência da sua dispersão via zoocórica. Atualmente existem relatos da ocorrência da espécie, como invasora, na grande maioria das formações florestais naturais da Região Sul do Brasil (INSTITUTO HÓRUS, 2007), especialmente em fragmentos florestais degradados pela ação do homem, em estágios iniciais de regeneração, matas ciliares degradadas, entre outros locais com algum grau de degradação ou que ocorra alguma árvore matriz na proximidade. Segundo dados do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (BRENA *et al.*, 2003), é uma das principais espécies exóticas com ocorrência em áreas florestais naturais do Estado.

Segundo Carvalho (1994), a *Hovenia dulcis* Thunb. além de frutífera, apresenta ótimas perspectivas como madeira, possuindo características físico-mecânicas similares às do louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Steud.), sendo que a indústria madeireira e moveleira da região de Caxias do Sul, RS já vem executando plantios em pequena escala, obtendo bons resultados.

Os potenciais de utilização da madeira da uva-do-japão são diversos, podendo ser na construção civil, marcenaria, vigas, caibros, tábuas, assoalho, moirões, sendo usada na fabricação de móveis e laminados. Além disso, tem aproveitamento na indústria de celulose e papel e como fonte energética (CARVALHO, 1994).

A produção de biomassa, tanto de espécies nativas como de exóticas, varia muito em função de vários fatores, tais como espaçamento, tipo de solo e seu preparo, adubação, clima, espécie, regime de desramas e desbastes empregados, disponibilidade hídrica (SCHUMACHER, 1992; HAAG, 1987).

A medição da biomassa e do teor de nutrientes são instrumentos úteis como indicadores dos impactos ambientais potenciais da colheita florestal sobre os nutrientes do sítio (MONTAGNINI e SANCHO, 1994), permitindo a adoção de estratégias de mitigação de perdas nutricionais. Outras ferramentas de avaliação desses impactos numa floresta são a serapilheira e os resíduos da colheita, que constituem a principal fonte de retorno de elementos minerais da vegetação para o solo (SCHUMACHER, 1996).

Além do mais, o estudo da biomassa acumulada nas diferentes frações das árvores indica quais as frações passíveis de retirada e quais podem permanecer no sítio, como formas de minimização do impacto da colheita e também é uma ferramenta auxiliar na indicação da quantidade e qualidade da adubação de reposição a ser realizada para a rotação seguinte (POGGIANI *et al.*, 1984)

Considerando que a uva-do-japão é uma espécie pioneira, de rápido crescimento, que tem potencial para substituir espécies florestais nativas, como o louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Steud.) na fabricação de móveis, em função de suas similares características tecnológicas (RIGATTO *et al.*, 2001), é de

interesse científico realizar trabalhos que forneçam subsídios para a elaboração de técnicas de manejo que sejam sustentáveis tanto do ponto de vista tecnológico como ecológico, sendo que ainda pouco se conhece a respeito do comportamento silvicultural da espécie, sobretudo no que tange a aspectos relacionados a ciclagem de nutrientes.

Com base nisso, o presente estudo objetivou estimar a biomassa produzida acima do solo, nas suas diferentes frações, bem como o seu respectivo teor e quantidade de nutrientes, dando indicações silviculturais para um povoamento de *Hovenia dulcis* Thunb., com 18 anos de idade, plantado na Fepagro Florestas, em Santa Maria, RS.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em um plantio de *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) com 18 anos de idade, plantado em área da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO Florestas), localizada no distrito de Boca do Monte, Santa Maria, RS, com coordenadas geográficas de 29°45' de latitude Sul e 53°43' de longitude Oeste de Greenwich.

O povoamento estudado foi plantado em um espaçamento de 4 m x 4 m, sendo que as mudas foram levadas a campo e plantadas diretamente em covas, sem a ocorrência de nenhum preparo do solo mais profundo ou adubação. Ao longo da idade do povoamento, não ocorreu a realização de desbastes e/ou desramas.

Segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961), a área estudada localiza-se em região com clima "Cfa", subtropical úmido. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio oscila entre 13° e 18°C. A temperatura média anual fica em torno de 22°C. A precipitação média anual é de 1769 mm. O maior número de dias com geada ocorre nos meses de junho e julho, não ocorrendo esse fenômeno nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março.

O solo da área pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, caracterizado como tipo Argissolo Vermelho distrófico arênico, com textura média, relevo ondulado à suave ondulado. Esses solos são profundos e bem-drenados, apresentando perfil com uma seqüência de horizontes A-E-Bt-C. Apresenta baixa saturação por bases (<50%), o que indica baixa fertilidade natural. É susceptível à erosão hídrica (STRECK *et al.*, 2002).

O estudo foi realizado com a instalação de quatro parcelas amostrais, medindo 20 m x 20 m, com distribuição aleatória simples no povoamento, o qual tem área de aproximadamente 1 ha. Nessas parcelas, realizou-se um inventário florestal, medindo-se todos os diâmetros a altura do peito (DAP) das árvores e a altura de 20% destas, mais a altura das três árvores mais grossas de cada parcela, identificadas como dominantes. A estimativa da altura das demais árvores não-medidas em relação a essa variável, nas parcelas, foi feita partindo do modelo de relação hipsométrica $H = 1/(b_0 + b_1/DAP)^2 + 1,3$. Esse modelo forneceu a maior precisão ($R_{2aj} = 0,96$) e o menor erro-padrão ($S_{xy} = 0,3845$).

Com base nos dados do inventário florestal, os diâmetros das árvores foram agrupados em classes, de tal maneira a abranger todas as variações de diâmetro das árvores medidas no povoamento. O número de classes utilizado foi de quatro, em intervalo de 5,75 cm.

Dentre as quatro classes de diâmetros estabelecidas, foram selecionadas uma árvore do limite inferior, uma central e outra superior de cada uma das classes diamétricas, de forma que toda amplitude dos dados levantada fosse contemplada. Uma vez identificadas às árvores, estas foram abatidas e cubadas, conforme a metodologia proposta por Smalian e descrita em Finger (1992).

A amostragem de folhas, visando a posterior análise química, foi feita na parte intermediária da copa das árvores, nos quatro pontos cardeais. Cada amostra foi pesada e seu peso somado à biomassa úmida total da fração folhas, para cada árvore.

De forma individualizada, por árvore, após a cubagem e amostragem de folhas, todos os galhos foram cortados e colocados sobre lona plástica na qual foram retiradas, de forma manual, todas as folhas restantes destes. Essas duas frações foram pesadas em relação à sua biomassa úmida, para cada árvore. Os galhos também tiveram uma subamostra coletada aleatoriamente e pesada em relação à sua biomassa fresca, em cada árvore, para envio ao laboratório.

A amostragem do tronco foi realizada retirando-se um disco de 5,0 cm de espessura da metade da altura total deste, conforme a metodologia proposta por Young e Carpenter (1976). Desse disco, foram separadas madeira e casca, obtendo as subamostras de biomassa úmida dessas duas frações. Para a pesagem total do tronco, ele foi dividido em partes, de forma a facilitar o trabalho, o que foi realizado com casca.

De todas as frações segregadas e pesadas em relação à biomassa úmida total, a campo (folhas, galhos, madeira e casca), foram retiradas e pesadas a campo, subamostras para o envio ao laboratório, visando à determinação de biomassa seca e teor de nutrientes.

De posse de todos os dados de biomassa úmida das árvores e suas subamostras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados no Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, as subamostras de biomassa úmida foram acondicionadas em sacos de papel pardo, identificados e levadas para secar em uma estufa de circulação e renovação de ar a 75°C, até a estabilização de peso da subamostra, em aproximadamente 72 horas. Após isso, elas foram pesadas em balança digital, com precisão de 0,01 g, para obtenção da biomassa seca.

Partindo da equação de regressão ($\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln \text{DAP} + b_2 \cdot \ln h$), com base em doze árvores amostra, estimou-se a biomassa dos diferentes componentes das árvores que não foram pesadas a campo. Esta equação foi escolhida por já ter sido usada em outras pesquisas de estimativa de biomassa de florestas plantadas, com boa precisão, cabendo destacar os trabalhos de Caldeira (1998) e Caldeira *et al.* (2001).

As amostras secas de madeiras e cascas foram fragmentadas para facilitar a moagem e, junto com as demais frações, moídas em moinho Wiley com peneira de 30 *mesch*. Após esses procedimentos, foi realizada a determinação dos teores de nutrientes na matéria seca. As concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram determinadas de acordo com a metodologia proposta por Tedesco *et al.* (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Produção de biomassa

Na Tabela 1, são apresentados os parâmetros estatísticos do modelo de regressão utilizado para a estimativa da biomassa dos diferentes componentes da uva-do-japão. A maior precisão do modelo usado foi atingida para as frações madeira, seguida da fração casca, galhos e folhas respectivamente. Com esse modelo, foram realizadas as estimativas de biomassa por hectare para o povoamento.

TABELA 1: Parâmetros da equação de regressão ($\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln \text{DAP} + b_2 \cdot \ln h$) utilizado para estimar a biomassa dos componentes das árvores de *Hovenia dulcis* Thumb., no povoamento pesquisado. Fepagro Florestas, Santa Maria, RS. 2004.

TABLE 1: Parameters of the regression equation ($\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln \text{DAP} + b_2 \cdot \ln h$) used to estimate the biomass of the components of trees of *Hovenia dulcis* Thumb. Fepagro Florestas, Santa Maria, RS. 2004.

Coefficientes	Folha	Galho	Madeira	Casca
b0	-1,63317	-1,87518	-3,34621	-4,08791
b1	3,637442	2,646725	1,935684	1,93432
b2	-2,30375	-0,72524	1,10748	0,716182
Sxy	0,3140	0,2748	0,1063	0,1547
R ² aj.	0,8948	0,9288	0,9942	0,9845

Como já foi encontrado por diversos autores (PEREIRA *et al.*, 1997; CALDEIRA, 1998, SCHUMACHER *et al.*, 2002; CALIL, 2003; BARICHELLO, 2003; SCHUMACHER *et al.*, 2003; VOGEL, 2005), trabalhando com estimativas de biomassa de florestas no Rio Grande do Sul, o mesmo modelo se ajusta aos dados das frações diversas, somente com diferentes coeficientes, precisões e níveis de erro, mostrando que as florestas, num dado momento do seu crescimento, quando ocorre a avaliação, tem padrão semelhante de crescimento, nas devidas proporções entre as diferentes frações.

Na Tabela 2, verificam-se os valores estimados de biomassa nos diversos componentes das árvores, pelo do uso da equação escolhida e ajustada para os dados da floresta em estudo. A biomassa esteve

prioritariamente concentrada na madeira (68,6%). Essa fração, se for considerada como material lenhoso, juntando-se a esta fração casca, atinge 79,8% da biomassa acumulada acima do solo. Dessa forma, a colheita da madeira, nessas condições, implicará na exportação de uma significativa quantidade de biomassa e, conseqüentemente, dos nutrientes armazenados nesta.

TABELA 2: Biomassa estimada para os diferentes componentes do povoamento de *Hovenia dulcis* Thunb. aos 18 anos. Fepagro Florestas, Santa Maria, RS. 2004.

TABLE 2: Estimated biomass for different components of trees of *Hovenia dulcis* Thunb. stand, at 18 years old. Fepagro Florestas, Santa Maria, RS. 2004.

Componentes	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	%
Madeira	124,65	68,65
Galhos (vivos e mortos)	28,22	15,54
Casca	20,26	11,16
Folhas	8,43	4,65
Total	181,56	100,00

Curlin (1970) afirma que geralmente a parte aérea das árvores tem sua biomassa distribuída na seguinte ordem: lenho > galhos > casca > folhas, confirmando os dados obtidos na pesquisa. Entretanto, Pereira *et al.* (1997), para *Acacia mearnsii* De Wild. com 6 anos de idade, constatou valores diferentes na distribuição, tendo madeira > casca > galhos > folhas. Tal variação pode ser atribuída a diferentes aspectos, como características da espécie, uma vez que esta é grande produtora de tanino e a idade da realização do estudo se aproxima da idade da rotação ótima para maximizar esta produção (SCHNEIDER *et al.*, 1991).

Em estudo realizado por Schumacher (1992) com *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, verificou-se que, aos 9 anos de idade, a percentagem da biomassa no tronco (casca + madeira) representa em média 90% do total produzido, enquanto que a copa (folhas + galhos) representaram apenas 10% da biomassa total.

Copetti (2001) analisou a produção de biomassa acima do solo em um povoamento de *Pinus taeda* L. com 18 anos de idade em Cambará do Sul/RS, no qual obteve o valor total de 151,6 Mg ha⁻¹, com os seguintes percentuais de distribuição decrescente, 69% na madeira, 18% nos galhos, 7% na casca e 6% nas acículas.

Segundo Schumacher *et al.* (2003), a produção de biomassa acima do solo em um povoamento de *Eucalyptus* sp. com 8 anos de idade foi de 207,76 Mg ha⁻¹, com uma distribuição percentual de 83,44% na madeira, 6,70% na casca, 6,66% nos galhos e 3,20% nas folhas.

O maior percentual de biomassa produzido por um povoamento encontra-se no tronco, pois essa proporção tende a aumentar à medida que o povoamento envelhece (ANDRAE, 1979). Para as diferentes espécies plantadas, o seu comportamento de crescimento irá diferenciar a proporção entre as frações, evidenciando aquelas espécies que produzem mais biomassa de madeira, fração geralmente colhida para aproveitamento industrial, com uma menor biomassa de copa, indicando maior produtividade.

Drumond e Poggiani (1993) evidenciam esse aspecto, afirmando também que o ciclo de vida da planta, as interações competitivas e fatores diversos podem também influenciar o acúmulo de biomassa nas diferentes frações. Esses autores trabalharam com *Liquidambar styraciflua* L., encontrando 76,1% da biomassa na madeira, 14,8% nos galhos, 6,8% na casca e somente 2,3% nas folhas e com *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Seneclauze) W.H.G. Barrett & Glocari, encontrando a biomassa distribuída com 67,8% na madeira, 14,4% na casca, 9,7% nos galhos e 8,1% nas folhas.

A baixa produtividade alcançada pelo povoamento em questão, de aproximadamente 10 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de biomassa, reflete as condições de sua instalação, em solo de baixa fertilidade natural, sem a realização de preparo de solo, adubação ou outro trato cultural que beneficiasse as árvores em seu crescimento. Com a observação da densidade básica da madeira da espécie, que é em média de 550 kg m³ (RIGATTO *et al.*, 2001) pode-se estimar o crescimento volumétrico anual do povoamento, o qual se situa em torno de 18,2 m³ ha⁻¹, o que é um valor baixo, uma vez que o crescimento médio da espécie é de aproximadamente 30 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (RIGATTO *et al.*, 2001; CARVALHO, 1994). Dessa forma, a floresta em questão apresenta condições de baixo crescimento, no qual a realização de desbastes não alcança boa resposta. Possivelmente, a melhor

recomendação para o caso seria de um corte raso e o plantio de um novo reflorestamento, em que deverão ser melhor planejadas as condições de preparo do solo, adubação e manejo, de forma a buscar melhores condições de crescimento.

Esse aspecto remonta a maiores cuidados quando da exploração da produção dessa floresta, uma vez que os impactos causados em nível de balanço nutricional poderão ser bem maiores, caso sejam retirados do sítio a maior parte dos nutrientes. Dessa forma, no momento da exploração da madeira, deverá ser mantida no sítio, pelo menos a ponteira do tronco, os galhos, as folhas e as cascas, diminuindo para menos de 68% a quantidade de biomassa acima do solo que é retirada do sítio.

A proporção de biomassa de copa diminui e a de madeira aumenta com o passar da idade das árvores (CASTRO *et al.*, 1980). A proporção de biomassa de casca pouco varia com a idade, representando mesmo assim uma importante fonte de retorno de nutrientes ao solo. Esse aspecto já foi demonstrado por Alemdag e Stiell (1982).

Nutrientes na biomassa

As folhas apresentaram teores superiores de N, Ca e Mg. Em relação ao N, pode-se perceber que as folhas têm teores bem superiores, com mais de quatro vezes o da casca, segundo maior. Para o Ca, o teor na fração folhas, apesar de superior, está relativamente próximo ao apresentado pela casca, sendo cerca de 20% superior na primeira. No caso do Mg, o teor nas folhas é cerca de quatro vezes superior ao da casca (Tabela 3).

TABELA 3: Teores de nutrientes nos diferentes componentes da biomassa acima do solo de um povoamento de *Hovenia dulcis* Thumb. aos 18 anos de idade. Fepagro Florestas, Santa Maria, RS. 2004.

TABLE 3: Nutrients contents in different components of the above ground biomass of a *Hovenia dulcis* Thumb. stand with 18 years old. Fepagro Florestas, Santa Maria, RS. 2004.

Componente da biomassa	Nutrientes (g kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg
Folhas	23,01	0,18	0,70	29,66	5,38
Galhos (vivos e mortos)	3,73	0,36	0,92	11,20	1,23
Casca	5,01	0,48	3,60	24,72	1,34
Madeira	2,00	0,19	2,14	1,26	0,61
Média	8,44	0,30	1,84	16,71	2,14

Para o P, a casca apresentou o maior teor, o qual foi cerca de 33% superior ao dos galhos, a segunda fração em acúmulo do nutriente. Nas frações madeira e folhas, obtiveram-se os menores teores de P. O teor de K foi superior na casca, seguido da madeira, com a primeira fração apresentando teor cerca de 68% superior.

Considerando que não foram encontrados na literatura científica dados para a mesma espécie, convém citar trabalhos realizados com outras espécies, de forma a melhorar o entendimento comparativo dos resultados obtidos.

Schumacher (1992), trabalhando com biomassa e nutrientes em *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh (9 anos de idade), *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (9 anos) e *Eucalyptus torelliana* F. Muell. (12 anos) plantados em Anhembi, SP, relatou os maiores teores de N nas folhas, os quais variaram entre 19,9 e 14,0 g kg⁻¹, entre as três espécies. Em relação aos demais nutrientes, considerando a variação entre o maior e o menor teor para as três espécies, esse autor relatou ainda que os maiores teores de P (0,8 a 1,2 g kg⁻¹) e K (9,8 a 13,8 g kg⁻¹) também ocorreram nas folhas. Quanto ao Ca (14,6 a 27,8 g kg⁻¹) e Mg (2,2 a 3,2 g kg⁻¹), as três espécies de eucalipto estudadas apresentaram o maior teor na casca.

Comparando-se o presente estudo com o trabalho de Barichello (2003), realizado em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. aos 8 anos de idade, em Butiá, RS, percebe-se que, para a fração folhas, os teores foram superiores em N, Ca e Mg na *Hovenia dulcis* Thumb., e que os teores de P e K foram maiores no trabalho do autor citado (respectivamente 1,24 e 9,59 g kg⁻¹). Nos galhos e na casca, a *Hovenia dulcis* Thumb. apresentou teores superiores em P, Ca e muito similares em Mg em relação ao trabalho de Barichello (2003) que obteve, para seu estudo, quanto ao N e K, nos galhos, 8,17 e 5,02 g kg⁻¹ e na casca,

10,32 e 5,90 g kg⁻¹ respectivamente. Na fração madeira, este estudo teve teores superiores de P, K e Mg e similares em N. O estudo de Barichello (2003) apresentou teor superior de Ca, na madeira, igual a 1,56 g kg⁻¹.

Schumacher *et al.* (2002), em estudos com *Pinus taeda* L. com 18 anos de idade em Cambará do Sul, RS, mostraram que os teores de N foram menores do que no presente estudo, em todas as frações; os de P foram semelhantes, menos para as acículas de *Pinus taeda*, que apresentou maior teor do nutriente; os teores de K foram superiores no *Pinus taeda* L.; Ca e Mg apresentaram teores bem menores nas frações da biomassa de *Pinus taeda* L. do que no presente estudo, com *Hovenia dulcis* Thunb.

Caldeira *et al.* (1999), estudando a leguminosa *Acacia mearnsii* De Wild., plantada em Butiá, RS, mostraram resultados semelhantes em relação ao teor de N nas folhas, o qual foi de 24,1 g kg⁻¹. Borsoli e Costa (2001), estudando os teores nutricionais em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) plantadas no Planalto Catarinense, relatam altos teores de N, que alcançaram 52,4 g kg⁻¹. Em *Eucalyptus globulus* Labill. subsp. *Maidenii* (F. Muell) Kirk Patrick, Schumacher e Caldeira (2001) encontraram teores menores, de 13,4 g kg⁻¹ de N nas folhas.

Em função da comparação relativa dos dados desse estudo com os dos autores citados acima, pode-se perceber que a *Hovenia dulcis* Thunb., em relação ao povoamento estudado, não difere significativamente seu comportamento nutricional em relação às espécies estudadas pelos outros autores, a não ser no caso do povoamento em questão, quanto aos baixos teores de P (folhas) e K (folhas e galhos) e aos altos teores de Ca na fração casca, comparável ao encontrado para espécies de eucaliptos, como o relatado por Schumacher e Caldeira (2001) em *Eucalyptus globulus* Labill. subsp. *Maidenii* (F. Muell) Kirk Patrick, com um teor de Ca igual a 39,3 g kg⁻¹ e superior aos valores encontrados para *Acacia mearnsii* De Wild., de 6,9 g kg⁻¹ (CALDEIRA *et al.*, 1999) e de 10,3 g kg⁻¹ (BARICHELLO, 2003).

O elevado teor de nutrientes nas folhas torna este componente uma fonte considerável dos elementos analisados, embora represente um pequeno percentual em relação à biomassa total das árvores, na qual, conforme Kramer e Kozlowski (1979), se encontram a maioria das células vivas que tendem a acumular maiores quantidades de nutrientes em função dos processos de transpiração e fotossíntese. Esse aspecto pode ser visto claramente na Tabela 4.

TABELA 4: Quantidade média de nutrientes nos diferentes componentes da biomassa das árvores de *Hovenia dulcis* Thunb. aos 18 anos de idade, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS. 2004.

TABLE 4: Average amount of nutrients in the different components of the biomass of the 18-year-old *Hovenia dulcis* Thunb.- stand trees, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS. 2004.

Componente	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	Nutrientes (kg ha ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	Total
Folhas	8,43	193,9	9,95	90,20	250,0	45,3	589,4
Galhos (vivos e mortos)	28,22	105,3	10,16	110,62	316,1	34,7	576,9
Casca	20,26	101,5	9,72	101,74	500,8	27,1	740,9
Madeira	124,65	249,3	23,68	266,75	157,1	76,0	772,8
Total	181,56	650,0	53,5	569,3	1224,0	183,1	2679,9

A madeira apresentou as maiores quantidades médias de nutrientes, exceto para o cálcio, que apresentou sua maior quantidade no componente casca. Isso indica a quantidade exportada de nutrientes, evidenciando a necessidade de reposição com a retirada da madeira.

O grande teor de cálcio na casca faz com que esse nutriente apresente a maior quantidade acumulada na biomassa de uva-do-japão. Em seqüência, os nutrientes que mais se acumularam na biomassa do povoamento foram: Ca > N > K > Mg > P.

Pela simulação apresentada na Figura 1, observa-se que a retirada da casca junto com a madeira causa a exportação da maior parte do Ca contido nas árvores. Impactos significativos também podem ocorrer com a retirada da casca para os nutrientes potássio e nitrogênio.

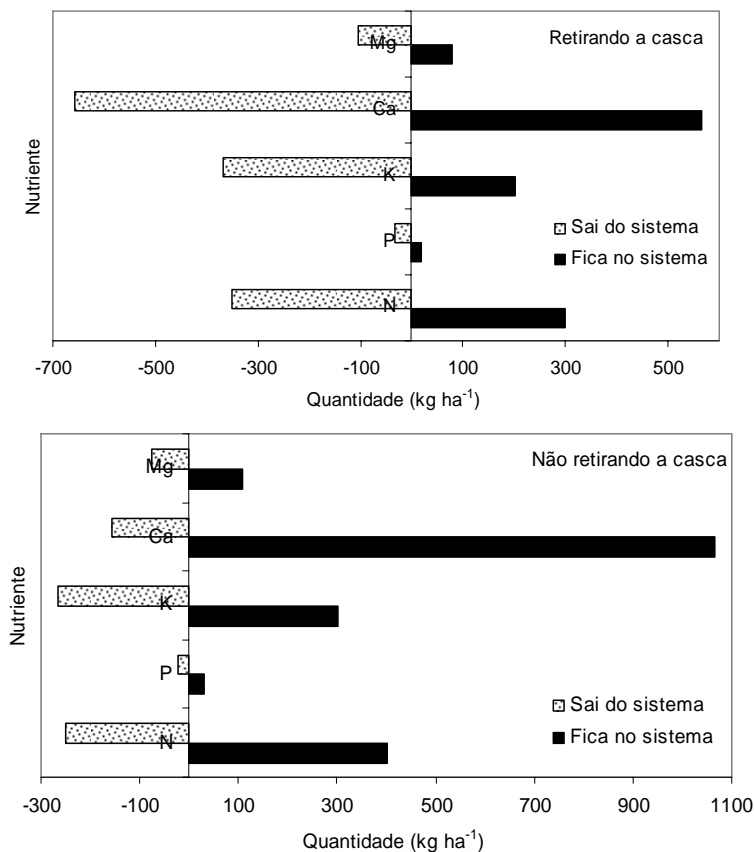


FIGURA 1: Comparação dos impactos da extração de nutrientes do sistema, entre a colheita e não-colheita do componente casca junto com a madeira em um povoamento de uva-do-japão com 18 anos de idade, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS, 2004.

FIGURE 1: Impact computation in the extract of nutrients in harvesting or not of the barks with the wood in an uva-do-japão stand with 18 years old, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS, 2004.

Assim, quando da realização da colheita florestal, deve-se evitar a retirada dos resíduos (folhas, cascas e galhos), contribuindo com a sustentabilidade tanto ambiental, permitindo incrementar a ciclagem de nutrientes, como econômica, diminuindo o uso de adubação de reposição via fertilizantes.

De acordo com Valeri *et al.* (1989), o sistema de exploração mais adequado para o ecossistema deverá ser aquele que leve em conta causar um menor impacto ao sítio. Assim, em estudo realizado pelos autores, se, na colheita, for retirada somente a madeira, produto de maior valor econômico, respectivamente para três idades de desbaste (07; 10 e 14 anos), 43, 30 e 26% da biomassa viva permanecerá no sítio, diminuindo bastante o impacto no balanço de nutrientes no sítio.

Esses mesmos autores acima citam trabalhos realizados em diversos povoamentos de *Pinus taeda* L., em que se tem demonstrado que a exploração somente da madeira não chega a empobrecer o solo, uma vez que o seu teor de nutrientes é baixo. O problema resulta na exploração total da árvore, o que pode resultar, ao final da rotação, em perdas de 2 a 4 vezes maior para N, de 2 a 5 vezes para o P, de 1,5 a 3,5 vezes para o K e de 1,5 a 2,5 vezes para o Ca.

Além disso, para a rotação seguinte, práticas sustentáveis de produção deverão ser realizadas, de forma que o balanço nutricional do sítio seja equilibrado, visando a não causar impactos ambientais severos ao solo.

De acordo com Wells e Jorgensen (1977), a redução da rotação em povoamentos de *Pinus taeda* L. de 32 para 16 anos aumentou a taxa de exportação de nutrientes e que os métodos de controle da erosão e lixiviação, o uso de fertilizantes minerais e o plantio de vegetais fixadores de N compensam, em parte, a exportação de nutrientes. No trabalho desses autores, em povoamentos com rotação acima de 35 anos, a

exploração somente do fuste comercial exportou uma quantidade de nutrientes equivalente a que é introduzida no sistema.

Considerando que, durante o período de rotação, as árvores utilizam os nutrientes disponíveis do solo, que ocorrem entradas de nutrientes por meio da precipitação e da decomposição da manta florestal e perdas pela lixiviação, Marrison e Foster (1979) ressaltam o conceito de rotação ecológica, a qual permite o retorno e adição de nutrientes ao sítio, de forma que as condições ecológicas sejam as mesmas da rotação anterior.

A permanência dos resíduos sobre o solo quando da colheita florestal é uma prática altamente recomendada para qualquer sistema, uma vez que propicia a permanência de parte significativa dos nutrientes extraídos durante o crescimento das árvores. A colheita somente da fração madeira é uma prática possível de ser feita, atualmente, na própria floresta, quando da colheita mecanizada (com uso de *Harvesters*) ou de forma manual; ou mesmo na indústria, quando do descasque da madeira colhida (descascadores mecânicos) e devolução desse material ao solo florestal posteriormente.

CONCLUSÕES

Em função dos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

O acúmulo de biomassa ocorre prioritariamente na madeira, seguindo-se galhos, cascas e folhas, indicando comportamento típico de uma espécie promissora para a produção de madeira de forma comercial.

Os teores de nutrientes são superiores nas folhas (N, Ca e Mg) e na casca (P e K), indicando que esses compartimentos são os grandes responsáveis pelo acúmulo de elementos, apesar de sua relativamente menor biomassa.

A quantidade de nutrientes acumulados apresenta o Ca como o elemento mais abundante na floresta estudada, seguido por N, K, Mg e P;

A fração que mais acumula nutrientes é a madeira, pela sua grande quantidade de biomassa, seguida pela casca, pelos seus significativos teores. Logo após vêm as frações folhas e galhos, na seqüência de acúmulo de nutrientes;

A colheita florestal do povoamento representa a exportação de grande parte do Ca e outros nutrientes, caso seja colhida também a fração casca junto com a madeira. Visando a causar o menor impacto no sítio, o silvicultor deve colher apenas a fração madeira do tronco até um diâmetro mínimo aproveitável, deixando no solo folhas, galhos, casca e ponteiros, frações que farão manter parte dos nutrientes no local, diminuindo a necessidade de reposição via adubos, para a rotação posterior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEMDAG, I. S.; STIELL, W. M. Spacing and age effects on biomass production in red pine plantations. **The Forest Chronicle**, v. 58, n. 5, p. 220-224, 1982.

ANDRAE, F.H. **Wasstum, wasser-und nahrost ffaushalt Von Araucaria Angustifolia O. Kuntze, Cordia trichotoma Arrab und Eucalyptus saligna Smith**. Wien: Universitaet fur bodenkultur, 1979.146p.

BARICHELLO, L. **Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acacia mearnsii* De Wild. na região sul do Brasil**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

BORSOI, G.A.; COSTA, E.C. Avaliação nutricional de plantas de erva-mate atacadas e não atacadas pelo *Hedypathes betulinus* (Klug, 1985). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p.131-142. 2001.

BRENA, D.A.; LONGHI, S.J.; GIOTTO, E.; MADRUGA, P.R.A.; MACHADO, A.A. Espécies arbóreas exóticas encontradas no Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 8., 2003, Nova Prata - RS. **Anais...** Nova Prata-RS: Prefeitura Municipal de Nova Prata, 2003. v. 1. p. 53-60.

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

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M.V.; PEREIRA, J.C.; DELLA-FLORA, J.; SANTOS, E. M. Concentração

e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. No Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 19-24. 1999.

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

CALIL, F. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em um sistema silvopastoril com Acácia mearnsii De Wild., no município de Tupanciretã, RS.** Santa Maria, 2003. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Ecologia, silvicultura e usos da Uva-do-Japão.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 24p. (Circular Técnica, 23).

CASTRO, C. F. A. POGGIANI, F. NICOLIELO, N. Distribuição da fitomassa e nutrientes em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. **IPEF**, Piracicaba, v. 20, p. 61-74, 1980.

COPETTI, L., **Produção e distribuição da biomassa em povoamento de *Pinus taeda* L. aos 18 anos de idade, na região de Cambará do Sul, RS.** 2001. 38 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

CURLIN, J.W. Nutrient cycling as a factor in site productivity and Forest fertilization. In: YOUNGBERRG, C. T.; C. B. DAVEY. Ed. **Tree growth and forest soil.** Oregon: Oregon State University Press, 1970. p. 313-326.

DRUMOND, M. A., POGGIANI, F. Distribuição de biomassa e nutrientes em plantações puras e consorciadas de *Liquidambar styraciflua* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1 e CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba-PR. **Revista Silvicultura**, São Paulo, v.1. p.234 – 239, 1993.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1982. 292p.

HAAG, H. P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 49-52.

INSTITUTO HÓRUS. **Uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thumb.).** Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br>> Acesso em: 16 jun. 2007.

KOLLER, G. L. The Raisin tree – it's use, hardiness and size. **Arnoldia**, v 39, p.7-15, 1979.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of wood plants.** New York: Academic Press, 1979. 811p.

MONTAGNINI, F.; SANCHO, F. Aboveground biomass and nutrients in young plantations of indigenous trees: implications for site nutrient conservation. **Journal of Sustainable Forestry**, New York, v.1, n.4, p.115-139, 1994.

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

MORRISON, I. K.; FOSTER, N. K. Biomass and element removal by complete-tree harvesting of medium-rotation forest stands. In: IMPACT OF INTENSIVE HARVESTING ON FOREST NUTRIENT CYCLING. 1979, Syracuse. **Proceedings...** Syracuse: College of Environmental Science and Forestry, 1979. p. 111-129.

PEREIRA, J.C.; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; CALDEIRA, M.V.W. Produção de biomassa em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 521-526, 1997.

POGGIANI, F.; ZEN, S.; MENDES, F. S.; SPINA-FRANÇA, F. Ciclagem e exportação de nutrientes em florestas para fins energéticos. **IPEF**, Piracicaba, n. 27, p. 17-30, 1984.

RICHARDSON, S. D. **Forestry in communist China.** Baltimore : J. Hopkins Press, 1966. 237p.

RIGATTO, P.A.; PEREIRA, J.C.D.; MATTOS, P.P.; SCHAITZA, E.G. **Características físicas, químicas e anatômicas da madeira de *Hovenia dulcis*.** Colombo: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA FLORESTAS. (Comunicado Técnico, n. 66). Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br>>. Acesso em: 15 jun. 2007.

SCHNEIDER, P.R.; OESTEN, G.; BRILL, A.; MAINARDI, G. Determinação da produção de casca de Acácia-negra, *Acacia mearnsii* de Wild. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 1, n.1, p. 64-75. 1991.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Mesell.** 1992. 87f. Dissertação (Mestrado em

- Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.
- 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.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie *maidenii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 45-53, 2001.
- SCHUMACHER, M. V.; COPETI, L.; VOGEL, H. L. M.; DAL ROSS, G. P. Biomassa e distribuição de nutrientes em um povoamento de *Pinus taeda* L. em Cambará do Sul-RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. FLORESTAL, 2., 2002. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: PPGCF/SIF/UFV. 2002.
- SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J. M.; WITSCHORECK, R.; SALVADEGO, M. **Quantificação do carbono e dos nutrientes em florestas de eucalipto de diferentes idades**. Santa Maria: FATEC/UFSM, 2003.121 p. (Relatório de Pesquisa).
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Ed. da UFRGS, 2002. 107 p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C; BISSANI, C.A.; BOHNEN,H.; VOLKWEISS, S.J., **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- VALERI, S. V.; REISSMANN, C. B.; SANTOS FILHO, A. Exportação de nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 19, n. 1 e 2, p. 62-68, 1989.
- VOGEL, H. L. M. **Quantificação da biomassa e nutrientes em uma Floresta Estacional Decidual em Itaara-RS, Brasil**. 2005. 94f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- WELLS, C. G.; JORGENSEN, J. R. Nutrient cycling in loblolly pine – silvicultural implications. In: TAPPI CONFERENCE PAPERS. Madison, Wis., 1977. Madison, Wis., TAPPI, 1977, p. 89-93.
- YOUNG, H. E.; CARPENTER, P.N. Sampling variation of nutrient element content within and between on trees of the same species. In: **OSLO Biomass studies**. Oslo: 1976. p.75-90.