

# EQUAÇÕES PARA ESTIMATIVA DA BIOMASSA INDIVIDUAL DE *Nectandra grandiflora* Ness (CANELA-AMARELA)

Laércio da Silveira Soares Barbeiro<sup>1</sup>, Gislaíne Vieira<sup>2</sup>, Carlos Roberto Sanquetta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - laerciofloresta@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Farmácia e Bioquímica, PUC-PR, Curitiba, PR, Brasil - gigi\_farma@hotmail.com

<sup>3</sup>Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciências Florestais, UFPR, Curitiba, PR, Brasil - sanquetta@ufpr.br

Recebido para publicação: 13/06/2008 – Aceito para publicação: 05/04/2009

---

## Resumo

Este estudo tem como objetivo testar modelos matemáticos com o fim de gerar estimativas do peso seco de cada compartimento da biomassa seca de *Nectandra grandiflora*, a partir de variáveis de fácil mensuração. Os dados utilizados são provenientes da Estação Experimental da UFPR em São João do Triunfo, localizada no centro-sul do estado do Paraná. Foram utilizados dados de peso seco total e parcial de 30 árvores de canela-amarela, que foram obtidos por meio de determinações diretas pelo método destrutivo. De cada árvore amostrada foram medidos também o CAP (circunferência à altura do peito), o diâmetro de copa e a altura total. Os resultados mostraram que os modelos para estimativa de peso seco de folhagem não se mostraram satisfatórios, enquanto para galhos e raízes os ajustes foram apenas razoáveis para alguns dos modelos, embora os erros padrões das estimativas tenham sido sempre superiores a 20%. Concluiu-se que as biomassas secas, total e do fuste, podem ser estimadas com qualidade, o mesmo não ocorrendo com a folhagem. Já para raízes e galhos, os ajustes podem ser estimados razoavelmente dentro de limites observados nos indicadores estatísticos  $R^2$  e erro padrão da estimativa.

*Palavras chave:* Alometria; equações; Floresta Ombrófila Mista.

## Abstract

*Equation of biomass estimate for individual tree of Nectandra grandiflora Ness.* This study aimed at testing mathematical models to provide estimates of dry weight of each biomass pool for *Nectandra grandiflora* as functions of variables of easy measurement. Data came from the Federal University of Paraná Experimental Station at São João do Triunfo, in the middle-southern Paraná State, Brazil. A total of 30 trees were felled to collect biomass data. The procedure consisted of weighting separately each biomass pool (bole, foliage, branches and roots) both with its natural humidity and dried under controlled conditions. From each sampled tree the girth at breast height (*cap*), crown diameter and total height were taken. Biomass of branches and roots may be reasonably estimated from some of the tested models. However, the estimates of dry biomass of the bole and the whole tree (total) were fairly adequate. It was concluded that bole and total dry biomass of this species can be adequately represented by the models tested, providing good estimates, whereas branches and roots may be estimated reasonably with some of the equations and foliage is poorly represented by the dependent variables analyzed in this research dry weight.

*Keywords:* Allometry; equations; Mixed Ombrophilous Forest.

---

## INTRODUÇÃO

A Floresta com Araucária é foco de atenção da sociedade e dos órgãos públicos, devido à contínua pressão antrópica que ainda assola essa tipologia florestal do bioma Mata Atlântica. Com o contínuo extrativismo madeireiro, a Floresta com Araucária ficou empobrecida, tanto em termos de biodiversidade como em seu potencial de aproveitamento econômico. Nesse sentido, cada vez mais os produtos florestais não-madeiráveis vêm adquirindo importância, buscando-se formas de atribuir valor a esse importante recurso natural renovável. Entretanto ainda são precários os conhecimentos sobre as possibilidades de inclusão das espécies nativas na cadeia produtiva de produtos florestais não-madeiráveis.

*Nectandra grandiflora* Ness (Lauraceae), conhecida como canela-amarela, ocorre naturalmente desde o estado de Minas Gerais até o estado do Rio Grande do Sul, em formações semiabertas, como matas ciliares, capoeiras e florestas alteradas, em altitudes compreendidas entre 600–1300 m. É particularmente frequente no Segundo Planalto Paranaense (LORENZI, 2002). Essa espécie tem chamado a atenção pelo forte odor, evidenciando substâncias importantes para a utilização na indústria farmacêutica (RIBEIRO, 2002). Nesse contexto, percebe-se a importância de aplicação de metodologias que possibilitem a geração de estimativas confiáveis da biomassa da planta, no intuito de gerar quantitativos que possam ser empregados com vistas ao fornecimento de matéria-prima para a indústria.

No que se refere à determinação de biomassa, Sanquetta; Balbinot (2004) comentam que, nos métodos diretos, os procedimentos de campo utilizados na determinação de biomassa de florestas podem variar amplamente, segundo os objetivos e as restrições técnicas e orçamentárias. Segundo os autores, os métodos indiretos não podem ser utilizados sem o ajuste e a calibragem prévia de equações, devendo ser empregados conjuntamente com os métodos diretos. Para Martins (2004), o procedimento comum para a quantificação de biomassa é a utilização do recurso de regressão, pelo qual, após a seleção das árvores a serem amostradas, procede-se à derrubada e a determinação da biomassa dos diferentes componentes considerados da árvore. Posteriormente são ajustadas equações de regressão para cada um dos componentes em questão, relacionados às variáveis biométricas das árvores.

Este estudo tem por objetivo testar modelos de biomassa seca para cada compartimento da biomassa para a espécie estudada (folhagem, raízes, galhos, fuste e biomassa total), considerando diversas variáveis independentes de fácil mensuração. O propósito é gerar equações que permitam estimativas de cada compartimento da biomassa da espécie, o que constitui uma ferramenta importante para atender possíveis demandas de matéria-prima oriunda de *Nectandra grandiflora*.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Este estudo foi realizado na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, localizada no município de São João do Triunfo, no centro-sul do estado do Paraná. A área total da estação é de 32 ha. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é caracterizado como tipo Cfb, clima sempre úmido com temperatura média inferior a 22 °C durante o mês mais quente, sem estação seca, com verões frescos e mais de cinco geadas por ano. Esse tipo climático é característico de áreas dos planaltos (MAACK, 1968). A altitude do local é de 780 m, e as coordenadas geográficas de referência são 25°34'18" latitude sul e 50°05'56" longitude oeste (PIZATTO, 1998). O solo da área foi classificado como Podzólico vermelho-amarelo distrófico, com pequena porção de Cambissolo distrófico álico. A tipologia florestal da área é caracterizada como Floresta Ombrófila Mista com presença marcante de *Araucaria angustifolia* e espécies associadas, como *Nectandra grandiflora*.

### **Material de estudo: seleção das árvores-amostra**

Para este estudo sobre modelagem da biomassa da espécie *Nectandra grandiflora*, foram feitas determinações destrutivas em 30 árvores pertencentes às diversas classes de DAP (diâmetro à altura do peito) observadas mediante o inventário florestal contínuo realizado anualmente na área de pesquisa (PIZATTO, 1999) (Figura 1).

### **Variáveis dendrométricas medidas nas árvores-amostra**

Após a escolha dos indivíduos, procedeu-se à mensuração de suas variáveis dendrométricas. A primeira variável medida foi a circunferência à altura do peito (CAP) medida com auxílio de uma fita métrica. Posteriormente, estimou-se o diâmetro de copa, em função da média de duas medidas transversais da copa. Após esse procedimento, a árvore foi abatida com motosserra e a altura total determinada com uso de uma trena.

### **Determinação da biomassa verde**

A metodologia para a determinação da biomassa foi a destrutiva. Nesse procedimento, após a derrubada da árvore, toda a biomassa foi separada por compartimento (fuste, galhos, folhagem e raízes) e pesada individualmente com sua umidade natural, empregando-se um dinamômetro. Para a determinação

da biomassa subterrânea, abriu-se uma trincheira até o limite do diâmetro de copa para o recolhimento de toda a massa de raízes, considerando um limite de 2 mm de espessura.

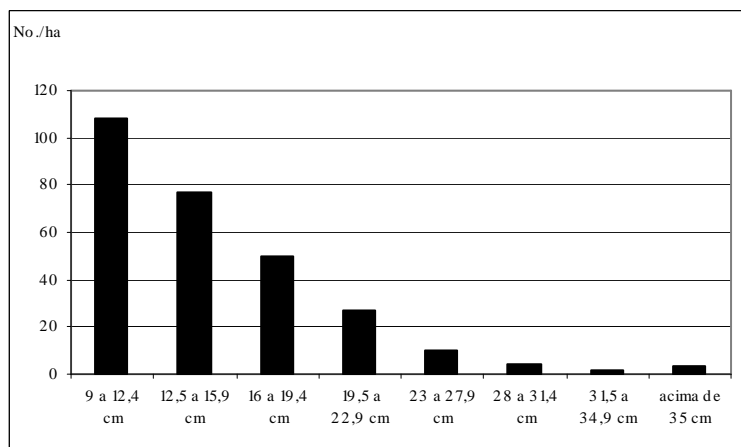


Figura 1. Distribuição diamétrica de *Nectandra grandiflora* na região de São João do Triunfo (PR).  
Figure 1. Diameter distribution of *Nectandra grandiflora* in the region of Sao João do Triunfo (PR).

#### Estimativa da biomassa seca

Durante a determinação da biomassa, foram coletadas amostras de todos os compartimentos das 30 árvores-alvo da determinação da biomassa. As amostras foram acondicionadas em saco plástico e pesadas em campo com sua umidade natural. Posteriormente, as amostras foram secadas em estufa com renovação de ar numa temperatura de 80 °C, por aproximadamente 15 dias. Após a pesagem do material seco, estimou-se o teor de umidade com a seguinte equação:

$$tu\% = \left( \frac{pv - ps}{ps} \right) * 100$$

Em que:  $tu$  = teor de umidade (%);

$ps$  = peso seco (g);

$pv$  = peso verde (g).

A biomassa seca foi estimada a partir da multiplicação da biomassa verde pelo teor de umidade de cada amostra e cada respectivo compartimento. Feito isso, obteve-se o peso seco de cada fração da biomassa das 30 árvores.

#### Ajuste das equações de biomassa

Após a tabulação dos dados referentes à biomassa verde e seca, foram testados 7 modelos para cada um dos cinco compartimentos da biomassa, totalizando 35 modelos ajustados. Os modelos têm por objetivo estimar a biomassa seca de cada compartimento (variável dependente) em função de variáveis independentes de fácil obtenção, como DAP, altura total e diâmetro de copa. A seguir são apresentados os modelos testados para a estimativa da biomassa seca total de *Nectandra grandiflora*.

$$ps_y = \beta_0 + \beta_1 * dap \quad (1)$$

$$ps_y = \beta_0 + \beta_1 * dap + \beta_2 * dap^2 * ht \quad (2)$$

$$ps_y = \beta_0 + \beta_1 * dap + \beta_2 * dap^2 * dc \quad (3)$$

$$ps_y = \beta_0 + \beta_1 * dc \quad (4)$$

$$ps_y = \beta_0 + \beta_1 * \ln dap \quad (5)$$

$$ps_y = \beta_0 + \beta_1 * \ln dap + \beta_2 * \ln dap^2 * ht \quad (6)$$

$$ps_y = \beta_0 + \beta_1 * dap + \beta_2 * \ln dap^2 * ht \quad (7)$$

Em que:  $ps_y$  = peso seco de cada compartimento (kg);

$dap$  = diâmetro à altura do peito (cm);

$ht$  = altura total (m);

$dc$  = diâmetro de copa (m)

$\ln$  = logaritmo natural;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$  = coeficientes de regressão.

A seleção do melhor modelo foi baseada nos indicadores de qualidade de ajuste do coeficiente de determinação ( $R^2\%$ ), no erro padrão da estimativa ( $Syx\%$ ) e na análise gráfica dos resíduos. O coeficiente de determinação indica o quanto a variável dependente é explicada pela variável independente, e o erro padrão da estimativa indica o erro provocado pela amostragem na equação. Já a análise gráfica dos resíduos visa identificar as tendências do modelo no tocante a eventuais subestimativas ou superestimativas. Para comparar modelos aritméticos com modelos logarítmicos foi necessário corrigir os valores estimados em função da discrepância logarítmica, conforme indicado por Meyer (FIGUEIREDO, 1983). O autor afirma que a aplicação de equações logarítmicas para estimativas resulta em erro sistemático, definido como discrepância logarítmica, que ocorre quando se obtém o antilogaritmo da variável dependente estimada via regressão. Para corrigir a discrepância, foi necessário multiplicar os valores estimados pelo fator de correção de Meyer indicado a seguir.

$$f = e^{0,5 (syx)} \quad (8)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Ajustes para a folhagem

A tabela 1 apresenta as equações resultantes dos ajustes realizados para o compartimento folhagem, mostrando que o coeficiente de determinação oscilou de 63% até 79%. O erro padrão da estimativa foi alto, da ordem de 45 a 60%, revelando o nível baixo de precisão nas estimativas de biomassa foliar com todos os modelos. Isso se deve à irregularidade na arquitetura das copas dessa espécie, ou seja, existe uma grande heterogeneidade na biomassa foliar entre árvores de porte semelhante. O modelo (1) foi o que apresentou a melhor distribuição gráfica de resíduos e resultou também em valores próximos do modelo (3), que apresentou os valores de  $R^2$  e de erro padrão da estimativa razoáveis (Figura 2). Assim, pode-se afirmar que as estimativas parciais de biomassa foliar são modestas, considerando as variáveis independentes utilizadas no estudo. Recomenda-se o modelo (1) como o mais adequado.

Tabela 1. Equações ajustadas para a estimativa do peso seco da folhagem em *Nectandra grandiflora* Ness.  
Table 1. Fitted equations for estimating dry weight of the foliage in *Nectandra grandiflora* Ness.

Modelo	$R^2\%$	$Syx\%$
(1) $ps$ folhagem = $-3,59492 + 0,398888*dap$	75,83	49,12
(2) $os$ folhagem = $-1,67197 + 0,199975*dap + 0,000313321*dap^2*ht$	76,38	48,57
(3) $os$ folhagem = $-0,731138 + 0,117556*dap + 0,000904894*dap^2*dc$	78,97	45,83
(4) $ps$ folhagem = $-6,13719 + 1,65591*dc$	63,36	60,49
(5) $\ln ps$ folhagem = $-6,05529 + 2,45023*\ln dap$	71,46	52,19
(6) $\ln ps$ folhagem = $-6,29244 + 1,98803*\ln dap + 0,187917*\ln dap^2*ht$	72,44	53,22
(7) $\ln ps$ folhagem = $-6,67669 + 0,0132837*dap + 0,889176*\ln dap^2*dc$	70,72	53,83

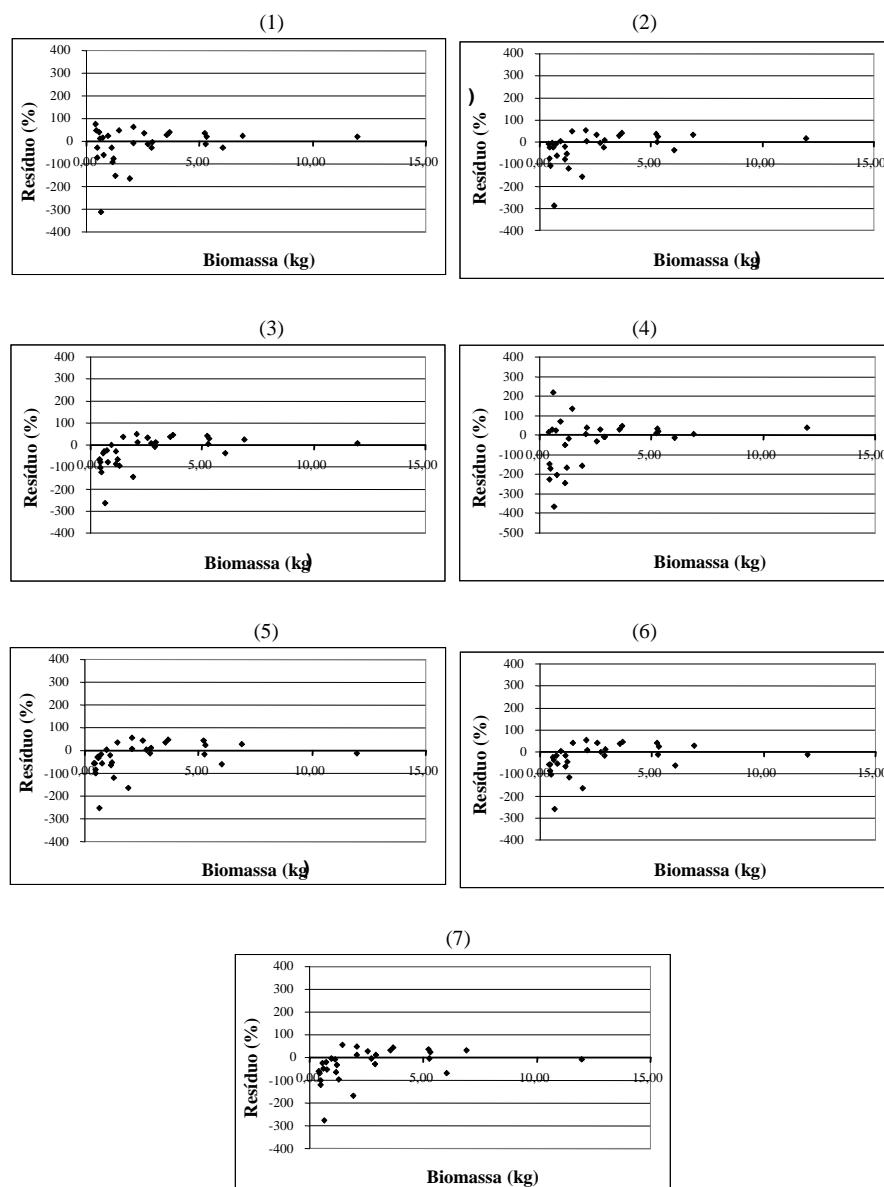


Figura 2. Distribuição gráfica dos resíduos dos modelos testados para as estimativas de biomassa seca da folhagem em *Nectandra grandiflora* Ness.

Figure 2. Residual distribution graphics of the fitted models for estimating biomass of the dry foliage of *Nectandra grandiflora* Ness.

### Ajustes para as raízes

Os modelos para a estimativa do peso seco de raízes apresentaram elevados coeficientes de determinação, com exceção do modelo cuja variável independente foi o diâmetro de copa somente. O erro padrão da estimativa variou de 27% a 104%. O modelo de melhor ajuste foi o (7), que apresentou uma distribuição gráfica dos resíduos mais homogênea e bons indicadores de ajuste, conforme tabela 2 e figura 3. Pode-se dizer que as estimativas dos modelos de biomassa de raízes não são muito precisas e devem ser utilizadas com cautela.

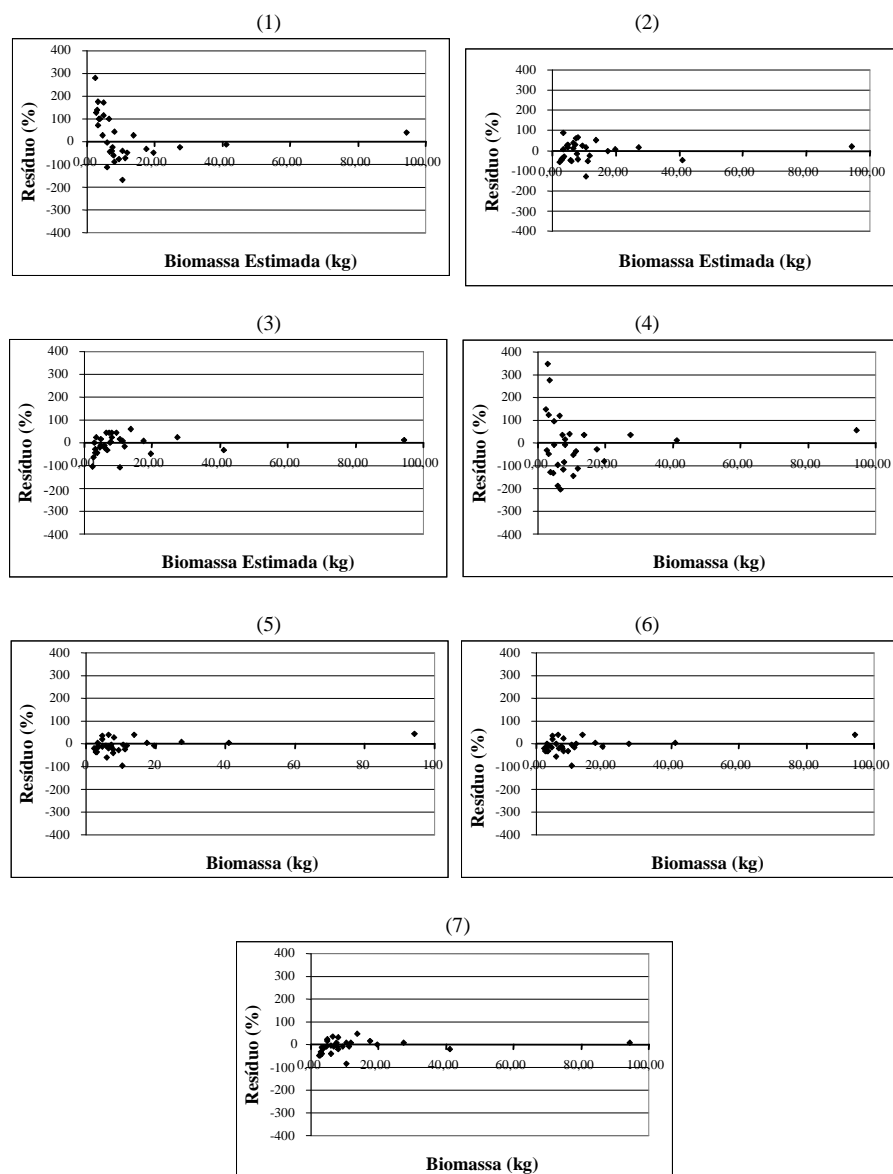


Figura 3. Distribuição gráfica dos resíduos dos modelos testados para as estimativas de biomassa seca das raízes de *Nectandra grandiflora* Ness.

Figure 3. Residual distribution graphics of fitted models for estimating root dry biomass of *Nectandra grandiflora* Ness.

Tabela 2. Equações ajustadas para a estimativa do peso seco de raízes em *Nectandra grandiflora* Ness.

Table 2. Fitted equations for estimating dry weight of roots of *Nectandra grandiflora* Ness.

Modelo	R <sup>2</sup> %	Syx%
(1) $ps\ raízes = -28,3918 + 2,62445*dap$	70,76	77,48
(2) $ps\ raízes = 15,6056 - 1,9267*dap + 0,00716883*dap^2*ht$	85,95	53,69
(3) $ps\ raízes = 16,1553 - 1,75176*dap + 0,0140759*dap^2*dc$	90,74	27,16
(4) $ps\ raízes = -39,5366 + 9,83429*dc$	47,47	103,84
(5) $\ln\ ps\ raízes = -4,30406 + 2,37326*\ln\ dap$	79,00	65,35
(6) $\ln\ ps\ raízes = -3,8414 + 3,275*\ln\ dap - 0,366626*\ln\ dap^2*ht$	80,08	63,94
(7) $\ln\ ps\ raízes = -0,395587 + 0,132527*dap + 0,0519405*\ln\ dap^2*ht$	96,33	27,41

### Ajustes para os galhos

A tabela 3 e a figura 4 mostram os ajustes para o peso seco dos galhos. Mais uma vez o modelo cuja variável independente foi o diâmetro de copa apresentou indicadores fracos, evidenciando que essa variável independente não apresenta boa correlação para a estimativa da biomassa seca dos galhos da referida espécie. O erro padrão da estimativa foi elevado em todos os modelos, o que implica deficiência da amostragem, embora os modelos (3) e (7) tenham se mostrado razoáveis em termos de estimativas. O melhor modelo foi o (7), que apresentou uma distribuição gráfica dos resíduos sem tendências, embora tenha sido inferior ao (3) em termos de  $R^2$  e  $Sy_x\%$ . De forma geral, pode-se afirmar que as estimativas parciais de peso seco dos galhos são apenas razoáveis, considerando as variáveis dendrométricas DAP e altura como independentes. Portanto seu uso requer parcimônia.

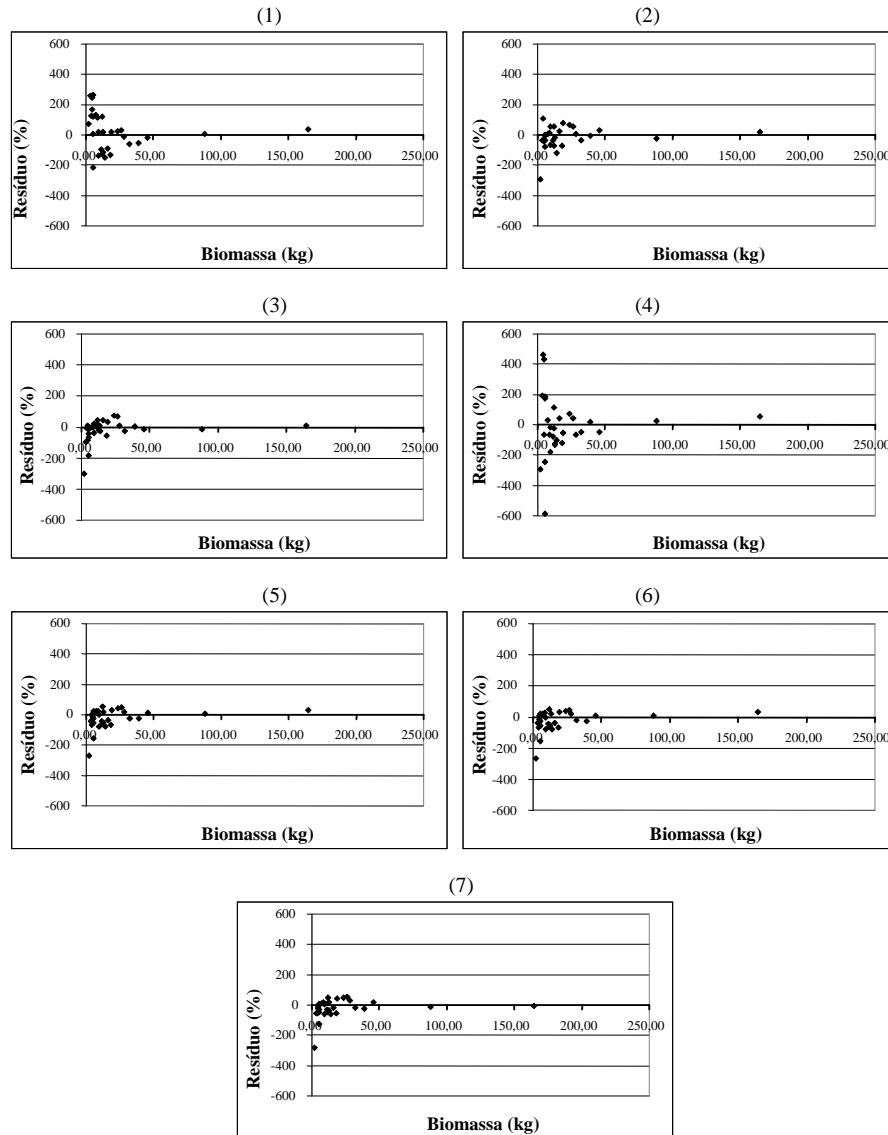


Figura 4. Distribuição gráfica dos resíduos dos modelos testados para as estimativas de biomassa seca de galhos de *Nectandra grandiflora* Ness.

Figure 4. Residual distribution graphics of the fitted models for estimating dry twigs biomass of *Nectandra grandiflora* Ness.

Tabela 3. Equações ajustadas para a estimativa do peso seco dos galhos de *Nectandra grandiflora* Ness.  
 Table 3. Fitted equations for estimating branches dry weight of *Nectandra grandiflora* Ness.

Modelo	R <sup>2</sup> %	Syx%
(1) $ps \text{ galhos} = -53,9294 + 4,88876*dap$	73,24	76,42
(2) $ps \text{ galhos} = 28,8582 - 3,6749*dap + 0,0134892* dap^2*ht$	89,42	48,04
(3) $ps \text{ galhos} = 29,9995 - 3,35623*dap + 0,0265198* dap^2*dc$	94,53	34,54
(4) $ps \text{ galhos} = -78,0902 + 18,9653*dc$	52,97	101,3
(5) $ps \ln \text{ galhos} = -4,56919 + 2,64496*\ln dap$	87,11	52,52
(6) $ps \ln \text{ galhos} = -4,5565 + 2,66968*\ln dap - 0,0100527*\ln dap^2*ht$	87,00	53,12
(7) $ps \ln \text{ galhos} = -1,13136 + 0,124747*dap + 0,219856*\ln dap^2*ht$	85,39	31,53

### Ajustes para o fuste

Para a estimativa do peso seco do fuste, percebe-se que os modelos apresentaram altos coeficientes de determinação, com exceção do modelo (4), cuja variável independente foi o diâmetro de copa (Tabela 4 e Figura 5). O erro padrão da estimativa variou de 14% até 52%. O melhor modelo novamente foi o (7), o qual obteve melhor desempenho nos indicadores de ajuste e distribuição gráfica mais homogênea dos resíduos.

Tabela 4. Equações ajustadas para a estimativa do peso seco do fuste de *Nectandra grandiflora* Ness.  
 Table 4. Fitted equations for estimating trunk dry weight of *Nectandra grandiflora* Ness.

Modelo	R <sup>2</sup> %	Syx%
(1) $ps \text{ fuste} = -74,0485 + 8,15309*dap$	91,23	27,35
(2) $ps \text{ fuste} = 3,35666 + 0,146195*dap + 0,0126122* dap^2*ht$	97,57	14,39
(3) $ps \text{ fuste} = -20,2272 + 2,86581*dap + 0,0170064* dap^2*dc$	94,97	20,67
(4) $ps \text{ fuste} = -116,0 + 31,9439*dc$	67,61	52,59
(5) $ps \ln \text{ fuste} = -2,50121 + 2,28961*\ln dap$	94,65	21,37
(6) $ps \ln \text{ fuste} = -4,00364 - 0,638674*\ln dap + 1,19057*\ln dap^2*ht$	97,21	13,93
(7) $ps \ln \text{ fuste} = -4,40478 - 0,0184974*dap + 1,06002*\ln dap^2*ht$	97,64	14,89

### Ajustes para a biomassa total da árvore

Para estimativa do peso seco total, todos os modelos apresentaram coeficientes de determinação altos, exceto para o caso do modelo (4). O erro padrão da estimativa variou de 14% a 67%. O modelo de melhor ajuste foi o (7), que apresentou valores de R<sup>2</sup> e Syx% satisfatórios e uma distribuição gráfica dos resíduos com menor nível de tendência. Pode-se dizer ainda que o modelo (5) apresentou qualidade, apesar de ser baseado somente na variável independente DAP. Assim, para o uso desse modelo para a estimativa do peso seco total, é necessária apenas a medição do DAP, caracterizando-se este modelo pela aplicação simples.

Tabela 5. Equações ajustadas para a estimativa do peso seco total de *Nectandra grandiflora* Ness.  
 Table 5. Fitted equations for estimating total dry weight biomass of *Nectandra grandiflora* Ness.

Modelo	R <sup>2</sup> %	Syx %
(1) $ps \text{ biomassa total} = -159,96 + 16,065*dap$	86,33	40,65
(2) $ps \text{ biomassa total} = 46,1634 - 5,25673*dap + 0,0335853* dap^2*ht$	97,36	17,86
(3) $ps \text{ biomassa total} = 25,2083 - 2,12558*dap + 0,0585094* dap^2*dc$	97,57	17,11
(4) $ps \text{ biomassa total} = -239,757 + 62,3982*dc$	67,09	62,76
(5) $\ln ps \text{ biomassa total} = -2,26388 + 2,38201*\ln dap$	94,58	19,69
(6) $\ln ps \text{ biomassa total} = -3,10478 + 0,743088*\ln dap + 0,666342* dap^2*ht$	95,73	22,67
(7) $\ln ps \text{ biomassa total} = -2,08721 + 0,0364642*dap + 0,71874*\ln dap^2*ht$	98,44	13,71



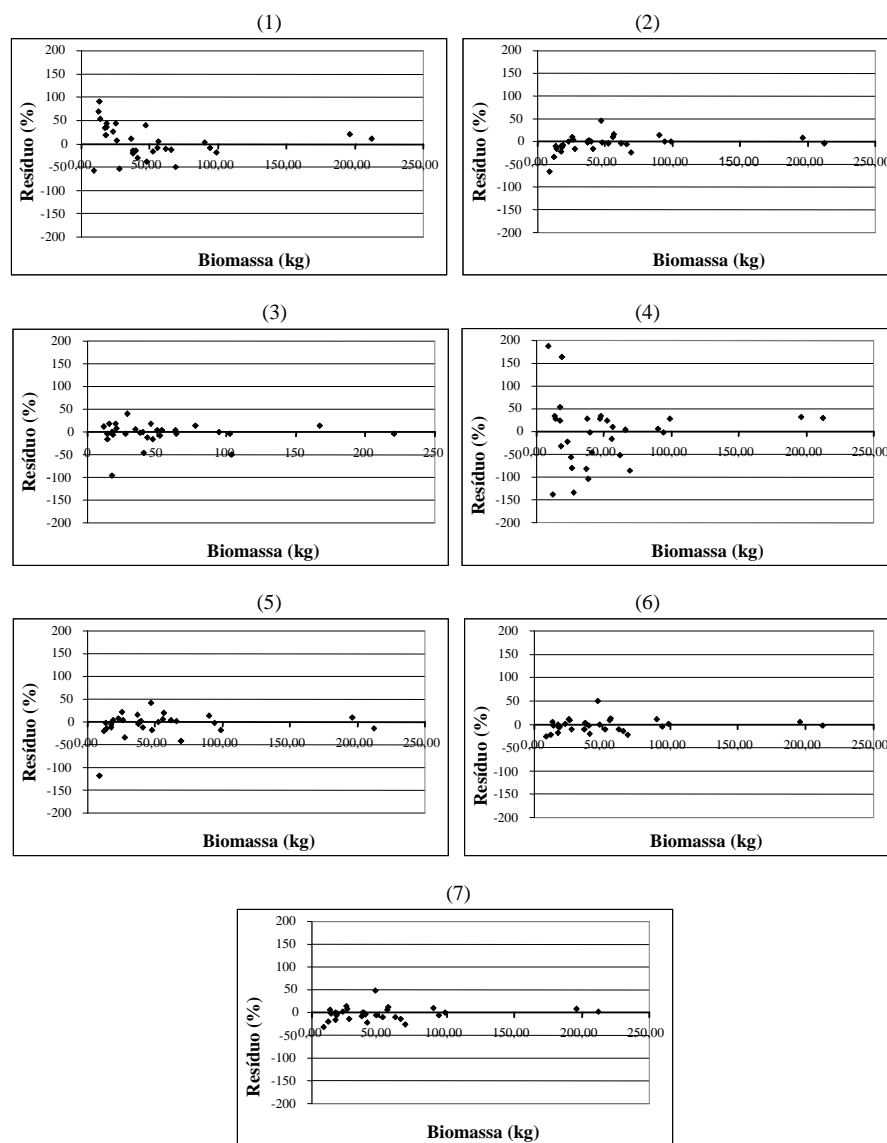


Figura 5. Distribuição gráfica dos resíduos dos modelos testados para as estimativas de biomassa seca do fuste em *Nectandra grandiflora* Ness.

Figure 5. Residual distribution graphics of the fitted models for estimating trunk dry biomass of *Nectandra grandiflora* Ness.

## DISCUSSÃO

Não existem publicações na literatura sobre modelagem individual de biomassa de *Nectandra grandiflora*. Trabalhos semelhantes para espécies nativas de importância comercial da Floresta com Araucária, como a araucária e a bracatinga, foram desenvolvidos por Watzlawick (2003) e Urbano (2007).

Esses modelos são importantes, sob vários aspectos, para quantificações visando o fornecimento de matérias-primas para a indústria de produtos não-madeiráveis, como a farmacêutica e a cosmética. Especialmente para a canela-amarela, ainda são precários os trabalhos nesse campo, mas Ribeiro (2002) já demonstrou o potencial da espécie.

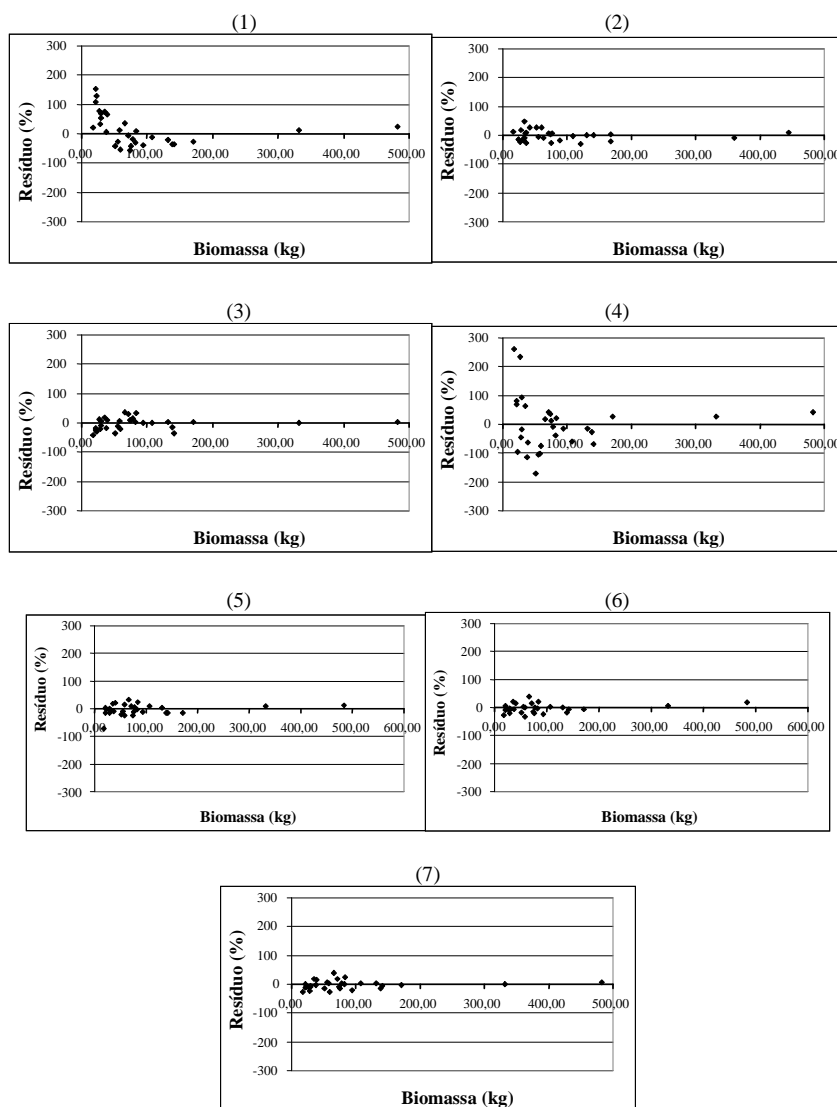


Figura 6. Distribuição gráfica dos resíduos dos modelos testados para as estimativas de biomassa seca total de *Nectandra grandiflora* Ness.

Figure 6. Residual distribution graphics of the fitted models for estimating total dry biomass of *Nectandra grandiflora* Ness.

Outra aplicação dos modelos de biomassa como os aqui apresentados dizem respeito à quantificação da adicionalidade em termos de sequestro ou fixação de carbono, ou seja, a remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera para emprego em potenciais projetos de créditos de carbono. Em tais projetos, devem ser apresentadas as projeções do estoque de carbono, o qual está intimamente relacionado com a biomassa dos diferentes compartimentos.

*Nectandra grandiflora* é uma espécie de fácil regeneração na floresta alterada. Ela é de pequeno a médio porte e não apresenta grande potencial madeireiro. Assim, formas alternativas de uso devem ser buscadas para valorizá-la, como os produtos não-madeireiros eventualmente fornecidos por ela, bem como os seus serviços ambientais. A identificação dessa potencialidade é um elemento importante para a conservação e o uso sustentável dela e das demais espécies associadas da Floresta Ombrófila Mista, as quais ainda continuam ameaçadas pelo extrativismo ilegal e pelo desmatamento.

## CONCLUSÕES

- Os modelos testados apresentaram desempenho fraco para a variável dependente biomassa seca da folhagem.
- Para a biomassa seca de raízes e galhos, alguns modelos se mostraram razoáveis, porém as estimativas não são muito precisas, com erros padrões da estimativa superiores a 20%.
- Quando se modela a biomassa do fuste e a biomassa seca total, os ajustes se mostram muito bons, podendo ser usados com confiança pelos usuários.
- O modelo que considera apenas o diâmetro de copa como variável independente não é adequado em praticamente todos os casos, devendo ser descartada como variável independente, pois além de sua baixa contribuição na modelagem da biomassa, também se trata de uma variável de difícil mensuração.
- De forma geral, o modelo (7) apresentou os melhores ajustes, mas o modelo (5), que utiliza apenas o DAP como variável independente, é comparavelmente adequado e satisfatório (ao previamente citado) para estimativa da biomassa seca total, proporcionando resíduos sem tendências e sendo de uso mais simplificado.

## REFERÊNCIAS

FIGUEIREDO FILHO, A. **Estudos de modelos matemáticos para estimar o volume por unidade de área em uma floresta tropical úmida da Amazônia brasileira**. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 384 p.

MAACK, R. **Geografia física do Paraná**. Curitiba: Banco de desenvolvimento do Paraná, 1968.

MARTINS, F. B.; PÁSCOA, M. F. M.; SILVA, J. C. Modelos de estimativa de biomassa para acículas de *Pinus pinaster* Aiton. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. 49-54 p.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica e da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR**: 1995 a 1998. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

RIBEIRO, A. B.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. S. Antioxidant flavonol glycosides from *Nectandra grandiflora* (Lauraceae). **Eclética Química**, Marília, v. 27, n. especial, p. 35-44, 2002.

SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. *et al.* (Ed.). **Fixação de carbono: projetos, perspectivas e atualidades**. Curitiba, 2004. p. 77-93.

URBANO, E. **Quantificação e estimativa aérea da biomassa e do carbono fixado em árvores de bracingais nativos da região metropolitana de Curitiba**. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

WATZLAWICK, L. F. **Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite Ikonos II**. Curitiba. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal-UFPR. 2003, 120 p.