

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**LORENA DE CÁSSIA SOUZA CAIRES DA SILVA**

**ESTIMATIVAS DE BIOMASSA TOTAL E ESTOQUES DE CARBONO  
DE MADEIRA-NOVA (*Pterogyne nittens* Tul.) EM PLANTIO  
HOMOGÊNEO**

**VITÓRIA DA CONQUISTA - BA**

**2014**

LORENA DE CÁSSIA SOUZA CAIRES DA SILVA

ESTIMATIVAS DE BIOMASSA TOTAL E ESTOQUES DE CARBONO  
DE MADEIRA-NOVA (*Pterogyne nittens* Tul.) EM PLANTIO  
HOMOGÊNEO

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* de Vitória da Conquista - BA para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

***Campus* de Vitória da Conquista - BA**

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

Título: Estimativas de biomassa total e estoques de carbono de Madeira-nova (*Pterogyne nittens* Tul.) em plantio homogêneo

Autor: Lorena de Cássia Souza Caires da Silva

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de BACHAREL EM ENGENHARIA FLORESTAL, pela Banca examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto - UESB  
Presidente

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Joilson Silva Ferreira - UESB

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Alessandro de Paula - UESB

Data de realização: 21 de janeiro de 2014

UESB - *Campus* Vitória da Conquista, Estrada do Bem Querere, Km 04  
Telefone: (77) 3425-9380  
CEP: 45083-900  
E-mail: ccengflor@uesb.edu.br

*A formatação do presente trabalho segue as  
normas textuais da Revista Floresta.*

# ESTIMATIVAS DE BIOMASSA TOTAL E ESTOQUES DE CARBONO DE MADEIRA-NOVA (*Pterogyne nitens* Tul.) EM PLANTIO HOMOGÊNIO

Lorena de Cássia Souza Caires da Silva<sup>1</sup>, Patrícia Anjos Bittencourt Barreto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Florestal, UESB, Vitória da Conquista, BA, Brasil - lorenacaires@hotmail.com

<sup>2</sup>Eng. Florestal, Dr.<sup>a</sup>, Depto. de Engenharia Agrícola e Solos, UESB, Vitória da Conquista, BA, Brasil - patriciaabarreto@uesb.edu.br.

## Resumo

Estudos sobre biomassa são de grande importância para diversas áreas do setor florestal. A madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tul.) gera madeira de grande valor econômico para diversas finalidades, apresentando potencial de cultivo no Nordeste brasileiro. Apesar de sua relevância o conhecimento acerca dessa espécie ainda é incipiente. Este trabalho objetivou selecionar modelos adequados para estimativa da biomassa total de *Pterogyne nitens* em povoamento homogêneo no Sudoeste da Bahia. A quantificação da biomassa foi realizada pelo método destrutivo, utilizando 20 árvores selecionadas aleatoriamente, representativas de seis classes diamétricas. Para selecionar o modelo mais adequado, foram considerados o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), erro padrão da estimativa ( $S_{yx}$ ) e análise gráfica dos resíduos. Os melhores resultados de  $R^2_{aj}$  e  $S_{yx}$  foram encontrados no ajuste dos modelos 1, 10 e 11. No entanto, a análise gráfica dos resíduos indicou melhor desempenho do modelo 1 ( $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln Deq$ ), que mostrou-se mais adequado para o cálculo da estimativa em questão. A biomassa seca da parte aérea está distribuída na seguinte ordem: fuste (46%) > galhos (43%) > folhas (11%). Os estoques de biomassa total e carbono do povoamento são estimados em 34 e 17 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

*Palavras-chave:* modelos, fitomassa, potencial de cultivo.

## Abstract

*Estimates of total biomass carbon stocks and madeira-nova (Pterogyne nitens Tul.) in monoculture plantation.* Studies on biomass are of great importance for many areas of the forest sector. The madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tul.) generates great economic value of wood for various purposes, with potential for cultivation in the Brazilian Northeast. Despite its relevance knowledge about this species is still incipient. This work aimed to select appropriate estimate of the total biomass in *Pterogyne nitens* homogeneous population in Southwest Bahia models. Quantification of biomass was performed by the destructive method, using 20 randomly selected trees representing six diameter classes. To select the most appropriate model, we considered the adjusted coefficient of determination ( $R^2_{aj}$  %), standard error of estimate ( $S_{yx}$  %) and graphical analysis of the residuals. The best results  $R^2_{aj}$  % and  $S_{yx}$  % were found to adjust the equations 1, 10 and 11. However, the graphical analysis of residuals indicated better performance of model 7 ( $\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln Deq$ ), which seems more appropriate for the calculation of the estimate in question. Dry shoot biomass is distributed in the following order: stem (46 %) > branches (43 %) > leaves (11 %). Inventories of total biomass and carbon settlement are estimated at 34 and 17 Mg ha<sup>-1</sup>, respectively.

*Keywords:* models, biomass, potential for cultivation.

## INTRODUÇÃO

Segundo Sanquetta (2002), biomassa pode ser definida como a massa de matéria de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal. Dessa forma, a biomassa florestal pode ser compreendida como toda a biomassa existente na floresta ou apenas na sua fração arbórea, e, em se tratando de biomassa de origem vegetal, o termo fitomassa também costuma ser empregado.

O conhecimento acerca da biomassa florestal é de grande importância para o manejo dos recursos florestais, pois permite a obtenção de informações úteis para estudos sobre o sequestro de carbono e ciclagem de nutrientes e para a quantificação de madeira, tendo em vista a utilização de todos os componentes da árvore (raízes, tronco, galhos) e seu emprego para fins energéticos ou uso de resíduos da manufatura de produtos florestais. Para Higuchi et al. (1998), as estimativas de biomassa representam um importante indicador para monitorar e avaliar a exportação de carbono e nutrientes após exploração florestal, na busca de minimizar os impactos ambientais gerados por essa atividade.

Para estimar os valores relacionados à biomassa florestal podem ser empregados métodos diretos ou indiretos. De acordo com Vieira (2011), os métodos diretos implicam em determinações onde as árvores são cortadas e todos os componentes pesados, enquanto os métodos indiretos permitem a obtenção de estimativas por meio da utilização de dados de inventários florestais, modelagem e técnicas de sensoriamento remoto.

Na avaliação dos povoamentos florestais, as estimativas de biomassa, assim como as de volume, têm sido frequentemente realizadas através de modelagem baseada em relações dendrométricas, cujas equações, em geral, envolvem altura e diâmetro das árvores. Mesmo havendo diferenças biológicas entre os gêneros e espécies florestais, o diâmetro à altura do peito (DAP) tem sido a variável independente mais utilizada na determinação da biomassa, tanto para a árvore como um todo, quanto para seus componentes (tronco, galhos, raízes ou folhas) (LIMA et al., 1996).

A biomassa acumulada nos ecossistemas, segundo Kozłowski e Pallardy (1996), é afetada por todos aqueles fatores relacionados com a fotossíntese e a respiração. Assim, varia entre tipos florestais, bem como de local para local, refletindo a característica genética da planta e a variação dos diversos fatores ambientais e fatores inerentes à própria planta. Portanto, para estimar adequadamente o armazenamento de carbono e nutrientes na biomassa florestal arbórea faz-se necessário considerar a espécie florestal avaliada e as condições em que esta se encontra.

O conceito de fixação de carbono está normalmente associado à capacidade de seu acúmulo em solos, florestas e outras fisionomias vegetais. A quantificação deste elemento na fitomassa seca dos vegetais tem sido considerada constante, variando pouco entre trabalhos com diferentes espécies, representando entre 45 e 50% de sua composição.

As espécies arbóreas, principalmente as de crescimento rápido, apresentam alta capacidade de acumular carbono em sua fitomassa (BALBINOT et al., 2003; WATZLAWICK et al., 2003; PAIXÃO et al., 2006) e, conseqüentemente, de remover dióxido de carbono da atmosfera. Por esse motivo, nas últimas décadas tornou-se crescente o interesse pela fixação de carbono em florestas plantadas. Por outro lado, fatos políticos estão tornando este assunto especialmente interessante para os países que não fazem parte do chamado Anexo I, do Protocolo de Quioto (WATZLAWICK et al., 2003; SOUZA; FIORENTI, 2013). Este protocolo tem como objetivos discutir e firmar acordos internacionais entre os países integrantes, instituindo metas quanto à redução de gases-estufa na atmosfera – principalmente por parte dos países desenvolvidos, para os quais fixou-se a redução em torno de 5,2% entre os anos de 2008 e 2012 na emissão desses gases (WATZLAWICK et al., 2011).

A madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tul.) figura entre as espécies nativas do Brasil que apresentam potencial de cultivo no Nordeste. A espécie destaca-se por ser adaptada às condições ambientais da região, possuir rusticidade e rapidez de crescimento e gerar madeira de grande valor econômico para diferentes finalidades (LORENZI, 2002). Além disso, apresenta facilidade para se estabelecer em solos pobres em nutrientes e matéria orgânica, como consequência da capacidade de fixar nitrogênio pela simbiose com bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos. Apesar da importância dessa espécie para a região, o conhecimento a seu respeito ainda é incipiente, principalmente no que se refere aos aspectos silviculturais e nutricionais.

Assim, considerando a carência de estudos sobre biomassa florestal e armazenamento de carbono em povoamentos puros de espécies nativas no Nordeste, objetivou-se, com este trabalho selecionar modelos adequados para estimativa da biomassa total e estimar os estoques de carbono da biomassa de *Pterogyne nitens* em povoamento homogêneo no Sudoeste da Bahia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área**

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos em um povoamento homogêneo de *Pterogyne nitens*, com cerca de seis anos de idade, localizado no Campo Agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista (BA).

A região apresenta valores médios de temperatura e precipitação de 25°C e de 850 mm, respectivamente. O clima é o do tipo Cwb, segundo a classificação de Köppen, clima tropical de altitude. O relevo é plano a levemente ondulado, com altitude em torno de 840 m (OLIVEIRA et al., 2013). O solo pertence à classe LATOSSOLO AMARELO Distrófico.

### **Obtenção dos dados**

Foram obtidas medidas de diâmetro à altura de 1,30 m (DAP) e altura total (H) de todos os indivíduos do povoamento. Em decorrência de a espécie possuir crescimento perfilhado, ou seja, uma

mesma árvore possui vários fustes, foram medidos os DAP's de todos os fustes originados até 1,30 m. As medidas de DAP dos fustes foram agrupadas em classes de diâmetro com amplitude correspondendo ao desvio padrão das medidas obtidas (2,1 cm) (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição diamétrica dos fustes de árvores de madeira-nova em povoamento homogêneo no Sudoeste da Bahia.

Table 1. Bole diameter distribution madeira-nova in homogeneous population in Southwest Bahia.

Classes de diâmetro (cm)	Centro de classe (cm)	Frequência	Número de árvores selecionadas
1,0 - 3,09	2,0	92	4
3,1 - 5,19	4,2	306	4
5,2 - 7,29	6,3	181	4
7,3 - 9,39	8,4	62	3
9,4 - 11,49	10,5	19	3
11,5 - 13,60	12,6	5	2

A quantificação da biomassa foi realizada pelo método destrutivo, utilizando 20 árvores selecionadas de forma aleatória, representativas de seis classes diamétricas (Tabela 1). Na ocasião do desbaste, o povoamento apresentava DAP variando entre 3,0 e 13,5 cm.

A partir dos DAP's dos múltiplos fustes, quando presentes, calculou-se o diâmetro equivalente (DEq) para obtenção de uma medida de diâmetro a 1,30 m que representasse o conjunto dos fustes de cada árvore. O DEq é dado pela expressão (1), a qual pressupõe que a área transversal ( $g$ ) a 1,30 m do indivíduo ( $j$ ) com diversos fustes ( $i$ ) é produzida pela soma das áreas transversais individuais de cada fuste.

$$DEq_j = \sqrt{DAP_1^2 + DAP_2^2 + \dots + DAP_n^2} \quad (1)$$

Onde: DEq<sub>j</sub> = diâmetro equivalente da j-ésima árvore na altura de 1,30, em cm ( $j = 1, 2, \dots, m$ ); DAP<sub>i</sub> = diâmetro a 1,30 m do i-ésimo fuste, em cm ( $i = \text{fuste}; i = 1, 2, \dots, n$ ).

Após a derrubada das árvores-amostras, procedeu-se a pesagem das mesmas em campo considerando o método de simples separação (SANQUETTA et al., 2004), obtendo-se o peso verde de cada indivíduo por compartimento (folhas, galhos e fuste com casca). Para isso foi utilizada uma balança mecânica com capacidade de 150 kg.

Ainda em campo, após a pesagem, retiraram-se amostras de cada compartimento, que foram conduzidas ao laboratório, pesadas e levadas para secagem em estufa a 65°C até a estabilização do seu peso de matéria seca. Depois de secas, as amostras foram pesadas, para obtenção da massa seca.

A biomassa seca dos componentes das árvores (folhas, galhos e fustes) foi estimada por meio da multiplicação da biomassa úmida pelo fator de conversão, obtido pela relação entre massa seca e úmida das amostras. Assim, a biomassa total seca foi obtida pelo somatório da biomassa seca de todos os compartimentos mensurados.

Os estoques de carbono acumulado na biomassa das amostras foram estimados por meio da multiplicação da massa seca pelo fator 0,5, proposto pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006), que considera que a biomassa seca contém aproximadamente 50% de carbono.

### Modelos de biomassa

Para selecionar o modelo mais adequado para obtenção de estimativas do estoque de biomassa total seca da espécie estudada, foram testadas 14 equações matemáticas descritas na literatura (Tabela 2).

Tabela 2. Modelos utilizados para estimativa de biomassa.

Table 2. Models used to estimate biomass.

Número	Modelo
1	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln Deq + \varepsilon$
2	$Y = \beta_0 + \beta_1 Deq + \beta_2 Deq^2 + \varepsilon$
3	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln H + \varepsilon$
4	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln Deq^2 + \varepsilon$
5	$Y = \beta_0 + \beta_1 Deq^{0,5} * \ln Deq + \varepsilon$
6	$Y = \beta_0 + \beta_1 * Deq + \beta_2 * Deq^2 + \beta_3(Deq^2H) + \varepsilon$

$$\begin{array}{ll}
7 & Y = \beta_0 + \beta_1 Deq^2 H + \varepsilon \\
8 & Y = \beta_0 + \beta_1 Deq + \beta_2 Deq^2 H + \varepsilon \\
9 & Y = \beta_0 + \beta_1 Deq^2 + \beta_2 Deq^2 H + \varepsilon \\
10 & Ln Y = Ln \beta_0 + \beta_1 (Ln Deq) + \beta_2 Ln (H) + \varepsilon \\
11 & Ln Y = \beta_0 + \beta_1 Ln (Deq^2 H) + \varepsilon \\
12 & Y = \beta_0 + \beta_1 Deq^2 + \beta_2 Deq^2 H + \beta_3 H + \varepsilon \\
13 & Y = \beta_0 + \beta_1 Deq + \varepsilon \\
14 & Y = \beta_0 + \beta_1 H + \varepsilon
\end{array}$$

\*Y= biomassa da árvore;  $\beta_i$  = coeficientes dos modelos; H = altura total da árvore em m; D = DEq (diâmetro equivalente com casca à altura de 1,30 m em cm); Ln = Logaritmo neperiano; e  $\varepsilon$  = erro aleatório.

Os modelos mais adequados foram selecionados com base nas estatísticas de ajustes: coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$ ), erro padrão da estimativa (Syx%) e análise gráfica dos resíduos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estoques de biomassa e de carbono

A avaliação da distribuição dos estoques de biomassa nos diferentes compartimentos, demonstrou maior participação do fuste, que representou 45,72% da parte aérea da árvore, seguido dos galhos (43,40%) e folhas (10,88%) (Tabela 4). Watzlawick et al. (2005) estimando a biomassa e carbono orgânico em povoamentos de *Pinus taeda* L., Drumond et al. (2008) avaliando a produção e distribuição de biomassa de algumas espécies arbóreas de múltiplo uso do semi-árido brasileiro e Moura et al. (2006) analisando a distribuição da biomassa e nutrientes em povoamentos de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth também observaram que a contribuição dos componentes da parte aérea costuma ocorrer na ordem lenho > galhos > folhas. Caldeira et al. (2011), em povoamento da espécie *Acacia mearnsii* de Wild., no Rio Grande do Sul, verificou biomassa total de 72,91 Mg ha<sup>-1</sup>, distribuída no fuste (46,62 Mg ha<sup>-1</sup>), galhos (8,65 Mg ha<sup>-1</sup>) e folhas (2,42 Mg ha<sup>-1</sup>).

A média de biomassa seca total observada do presente estudo (34,0 Mg ha<sup>-1</sup>) é inferior a observada por Moura et al. (2006) (66,2 Mg ha<sup>-1</sup>) em povoamento de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth, com oito anos de idade, e superior a encontrada por Araújo et al. (2004) (22,9 Mg ha<sup>-1</sup>) para *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret., em povoamento puro com idade de cinco anos. O percentual de carbono orgânico por compartimento foi idêntico aos percentuais de peso seco (biomassa), visto que utilizou-se o teor de carbono orgânico de 50%.

Tabela 4. Estoques de biomassa seca e de carbono orgânico de cada compartimento da parte aérea de *Pterogyne nitens*.

Table 4. Inventories of dry biomass and organic carbon of each compartment shoots of *Pterogyne nitens*.

Compartimento	Biomassa	Contribuição <sup>(1)</sup>	Carbono
	Mg ha <sup>-1</sup>	%	Mg ha <sup>-1</sup>
Folhas	3,70	10,88	1,86
Galhos	14,76	43,40	7,38
Fuste com casca	15,54	45,72	7,77
Total	34,00	100,00	17,00

<sup>(1)</sup> Contribuição relativa do compartimento em relação a biomassa aérea total.

O estoque de carbono da biomassa total foi estimado em 17,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Resultado semelhante foi observado por Ribeiro et al. (2010) (19,5 Mg ha<sup>-1</sup>) em parcelas de capoeira na Zona da Mata Mineira. Por sua vez, Paixão et al. (2006) obtiveram resultado superior (47,7 Mg ha<sup>-1</sup>) para o carbono estocado na parte aérea em um plantio de Eucalipto aos seis anos de idade, em Viçosa – MG.

Os estoques de carbono observados nos diferentes compartimentos foram 1,9 Mg ha<sup>-1</sup> (folha), 7,4 Mg ha<sup>-1</sup> (galhos) e 7,8 Mg ha<sup>-1</sup> (fuste). Souza; Fiorenti (2013b), estudando a biomassa de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, observaram estoques de carbono entre 3,19 Mg ha<sup>-1</sup> e 45,76 Mg ha<sup>-1</sup> nos componentes avaliados.

### Modelos de biomassa

Os coeficientes e estatísticas de ajuste obtidos para os quatorze modelos testados para a estimativa da biomassa seca total estão apresentados na Tabela 3. Considerando o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), as equações testadas obtiveram desempenho variando entre 75 e 95% (Tabela 3). Apenas o modelo 14 apresentou de  $R^2_{aj}$  inferior a 50%.

Tabela 3. Coeficientes e parâmetros estatísticos obtidos no ajuste dos modelos para estimativa da biomassa total seca das árvores.

Table 3. Coefficients and statistical parameters obtained from the fit of models to estimate the total biomass of trees.

Modelo	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$R^2_{aj}$	$S_{y,x}$ %
1	-2,13	2,21			94,72	26,32
2	12,45	-2,77	0,35		80,96	26,62
3	-2,40	2,75			81,65	49,05
4	-3,11	0,92			74,69	30,70
5	-1,48	184,66	-245,06		81,37	26,33
6	19,84	-4,50	0,50	-0,01	80,16	27,18
7	-2,85	0,23			81,46	26,27
8	-14,87	2,82	0,01		78,43	28,34
9	-2,82	0,23	0,00		80,37	27,03
10	-2,85	1,97	0,64		93,22	29,82
11	-3,11	0,92			92,81	30,70
12	4,48	0,20	0,00	-1,03	79,27	27,78
13	-30,80	5,27			77,15	29,16
14	-38,76	8,93			35,33	49,07

\* $\beta_i$  = coeficientes dos modelos;  $R_{aj}$  = coeficiente de determinação ajustado;  $S_{yx}$ % = erro padrão da estimativa percentual.

O erro padrão da estimativa esteve entre 26,3 e 49,1% (Tabela 3). Essa variação possivelmente reflete a grande heterogeneidade dos indivíduos encontrados no povoamento estudado. Dos 14 modelos empregados, cinco apresentaram valores inferiores a 28%, com menor resultado no modelo 7 (26,27%), seguido dos modelos 1 e 5 (média de 26,33%). Scolforo et al. (2004) também observaram valores altos de  $S_{yx}$  e, ao mesmo tempo, valores satisfatórios de  $R^2_{aj}$ , atribuindo esse resultado a variabilidade encontrada nas árvores-amostra de vegetação nativa.

Silva; Sampaio (2008), avaliando modelos para estimativa de biomassa aérea de árvores de nove espécies da caatinga, obtiveram  $R^2_{aj}$  de 94,6%, para árvores de maior porte, e de 81,9%, para árvores de menor porte, esses valores são próximos aos encontrados neste trabalho (94,72%). Miranda et al. (2011), para os seus melhores modelos ajustados para a estimativa de biomassa em diferentes reflorestamentos de restauração florestal com diferentes arranjos espaciais, obtiveram valores de  $R^2_{aj}$  e  $S_{yx}$ % iguais 95,4 e 31,7%, respectivamente.

Com base nos parâmetros estatísticos, os modelos que apresentaram desempenho mais satisfatório foram 1, 10 e 11. A análise gráfica desses modelos não demonstrou tendências evidentes na estimativa da variável dependente (biomassa seca total) ao longo de toda a linha de regressão (Figura 1). O comportamento da distribuição dos resíduos foi muito semelhante entre os modelos selecionados. No entanto, pode-se observar uma distribuição mais uniforme dos resíduos do modelo 1, indicando que essa equação é a mais adequada para estimar a variável de interesse.

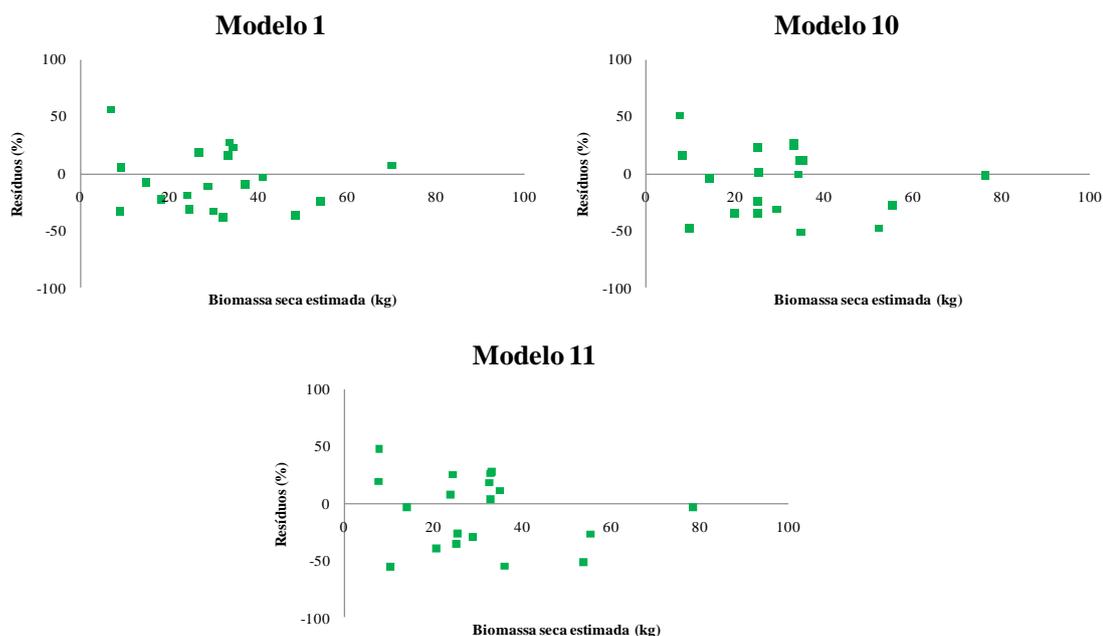


Figura 1. Dispersão gráfica dos resíduos dos modelos 1, 10 e 11 para estimativa da biomassa seca total.  
Figure 1. Graphic dispersion of model residues 1, 10 and 11 to estimate the total biomass.

Pereira et al. (1997) citam que vários autores também encontraram bons resultados para a estimativa da biomassa de árvores utilizando o modelo 1. Por outro lado, Rezende et al. (2006), por exemplo, estudando biomassa lenhosa seca no cerrado *sensu stricto*, observaram melhores resultados para modelo 7, que apresentou melhor distribuição dos resíduos, com pequena tendência à superestimação nas árvores de menor diâmetro.

## CONCLUSÕES

A biomassa seca dos diferentes componentes da parte aérea está distribuída na seguinte ordem: fuste (46%) > galhos (43%) > folhas (11%).

Os estoques de biomassa total e de carbono do povoamento de *P. nitens* são estimados em 34 e 17 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O modelo 'Ln Y = β<sub>0</sub> + β<sub>1</sub> Ln Deq + ε' apresentou desempenho mais satisfatório para estimar o biomassa total seca de árvores de *Pterogyne nitens* em povoamento homogêneo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. V. C.; LEITE, J. A. N.; PAES, J. B. Estimativa da produção de biomassa de um povoamento de Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (WILLD). Pioret.) com cinco anos de idade. **Biomassa e Energia**, Viçosa, v.1. p. 347 - 352, 2004.

BALBINOT, R.; SCHUMACHER, M. V.; WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R. Inventário do carbono orgânico em um plantio de *Pinus taeda* aos 5 anos de idade no Rio Grande do Sul. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, p. 59 – 68, 2003.

CALDEIRA, M. V. W.; SAIDELLES, F. L. F.; SCHUMACHER, M. V.; GODINHO, T. de O. Biomassa de povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild., Rio Grande do Sul, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, p. 133 - 141, 2011.

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R. de; OLIVEIRA, A. R. de; ALVAREZ, I. A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no semi-árido brasileiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, p. 665 - 669, 2008.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L., BYOT, Y. Biomassa da parte aérea da Floresta Tropical Úmida de terra firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 28, p. 153 – 166, 1998.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: agriculture, forestry and other land use**. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, v. 4, 2006.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of woody**. 2. ed. San Diego: Academic, 1996. 432 p.

LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, E. B. de; MACHADO, S. do A. Equações para estimativa de biomassa de espécies de *Prosopis* no semi-árido brasileiro. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v.32/33, p. 67 - 79, 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 1. ed. 4. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2002. 368 p.

MIRANDA, D. L. C. de, MELO, A. C. G. de, SANQUETTA, C. R. Equações alométricas para estimativa de biomassa e carbono em árvores de reflorestamentos de restauração. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 35, p. 679 - 689, 2011.

MOURA, O. N.; PASSOS, M. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; MOLICA, S. G.; LIRA JUNIOR, M. de A.; LIRA, M. DE A.; SANTOS, M. V. F. dos. Distribuição de biomassa e nutrientes na parte aérea de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, p. 877 - 884, 2006.

OLIVEIRA, C. V. DE; BARRETO, P. A. B.; GOMES, A. S.; GUIMARÃES, S. O. Efeito de borda e decomposição da serapilheira foliar de um fragmento florestal, em Vitória da Conquista – BA. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, p. 1150 - 1161. 2013.

PAIXÃO, F. A., SOARES, C. P. B., JACOVINE, L. A. G., SILVA, M. L. da, LEITE, H. G., SILVA, G. F. da. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de Eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, p. 411 - 420, 2006.

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

REZENDE, A. V., VALE, A. T. do, SANQUETTA, C. R., FIGUEIREDO FILHO, A., FELFILI, J. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília, DF. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 71, p. 65 - 76, 2006.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; NARDELLI, Á. M. B.; SOUZA, A. L. de. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma capoeira da Zona da Mata Mineira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, p. 495 - 504, 2010.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002. 264 p.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A.P.D.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M. A. B. Proposta metodológica para quantificação e monitoramento do carbono estocado em florestas plantadas. In: SANQUETTA, C. R.; ZILLOTTO, M. A. B. **Mercado de carbono: mercado e ciência**. Curitiba: 2004. p. 120 - 150.

SCOLFORO, J. R. S., PÉREZ, J. F. M., MELLO, J. M. de, OLIVEIRA, A. D. de, CAMOLESI, J. F., BORGES, L. F. R., ACERBI JR, F. W. Estimativas de volume, peso seco, peso de óleo e quantidade de

moirões para a Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Cerne**, Lavras, v. 10, p. 87 - 102, 2004.

SILVA, G. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas em plantas de caatinga. **Revista Árvore**. Viçosa, v.32, p. 567 - 575, 2008.

SOUZA, J. T. de; FIORENTIN, L. D. Quantificação da biomassa e do carbono em povoamento de *Eucalyptus grandis* w. Hill ex Maiden, em Santa Maria, RS. **Unoesc & Ciência - ACET**, Joaçaba, v. 4, p. 253 - 262, 2013.

VIEIRA, G. **Modelagem da biomassa viva e do estoque de carbono de *Nectandra grandiflora* Nees em São João do Triunfo-PR**. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

WATZLAWICK, L. F., SANQUETTA, C. R., ARCE, J. E., BALBINOT, R. Quantificação de biomassa total e carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no sul do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, p. 63 - 68, 2003.

WATZLAWICK, L. F., SANQUETTA, C. R., CALDEIRA, M. V. W. Estoque de carbono orgânico e biomassa em *Pinus taeda* L. **Biomassa e Energia**. v. 2, p. 7 - 17, 2005.

WATZLAWICK, L. F., EBLING, A. A., RODRIGUES, A. L., VERES, Q. J. I., LIMA, A. M. Variação nos teores de carbono orgânico em espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, p. 248 - 258, 2011.

## NORMAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA FLORESTA

### Organização e estrutura

**Formatação:** fonte Times New Roman, tamanho 10, tabulação de 1,25 cm, editor de texto Microsoft Word, folha em formato A4, orientação retrato, espaçamento simples, com margem superior de 3,0 cm, inferior de 3,0 cm, esquerda de 3,5 cm, direita de 2,5 cm, cabeçalho e rodapé com margem de 1,5 cm. Todos os itens (introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões e referências) devem estar em negrito à esquerda, não numerados e em caixa alta. Quando houver subitens, deverá ser obedecida a seguinte ordem: o segundo subitem deverá ser em negrito, em caixa baixa, somente a primeira inicial maiúscula; o terceiro subitem igual ao segundo, sem negrito. Não é permitido o uso de anexos.

**Número de páginas:** até 12 páginas em espaço simples.

**Título:** centralizado, sem negrito, em caixa alta, em fonte Times New Roman, tamanho 14, não ultrapassando 20 palavras.

**Autor(es):** logo abaixo do título, centralizado(s), chamamento com número, somente a primeira inicial maiúscula. Abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es), separado(s) por apenas um espaço, em fonte Times New Roman, tamanho 8, devem vir as seguintes informações: formação acadêmica, titulação máxima, instituição a que pertence(m), cidade, estado e país, e endereço eletrônico. **Estas informações devem ser cadastradas no Sistema Eletrônico de Revistas (SER) no ato da submissão.**

**Resumo e abstract:** tenham somente as suas iniciais maiúsculas, estejam centralizados e em negrito, e os seus textos redigidos num único parágrafo, não excedendo **200 palavras**. No final do resumo e do *abstract* devem ser incluídas até cinco palavras-chave e *keywords* respectivamente, diferentes das contidas no título. No início do *abstract* deve constar o título do artigo em itálico e em inglês.

**Introdução:** deve apresentar a relevância do estudo, o estado atual do conhecimento sobre o assunto, a hipótese e os objetivos do trabalho.

**Nomes científicos:** quando citados pela primeira vez no texto, sejam escritos na íntegra: gênero, espécie e autor(es).

**Siglas e abreviaturas:** ao aparecerem pela primeira vez no artigo, sejam colocadas entre parênteses e precedidas do nome por extenso.

**Tabelas e figuras:** deverão ser incluídas ao longo do texto, com títulos em caixa baixa, exceto a letra inicial, em português e em inglês. As figuras (gráficos e fotografias) devem ser preto e branco, sem sombreamento e sem contorno. As dimensões (largura e altura) não podem ser maiores que 15 cm, sempre com orientação da página na forma retrato e legendas, quando houver, na fonte Times New Roman, não-negrito e não-itálico. Os mapas e fotomicrografias devem ter escala gráfica. As tabelas devem ser produzidas em editor de texto (Word) e não podem ser inseridas no texto como figuras. As fórmulas e equações devem ser inseridas com a função equation do Word. A soma do número de figuras e tabelas não deve ultrapassar 8.

**Material e métodos.**

**Resultados e discussão:** (apresentados separadamente ou combinados).

**Conclusões.**

**Agradecimentos** (se houver).

**Revisão bibliográfica:** (pode estar contida na introdução).

**Citações:** devem seguir o sistema de nome e ano; as citações que estiverem em texto corrente devem estar em caixa baixa; aquelas entre parênteses, devem estar em caixa alta. Quando houver três ou mais autores, a citação será feita utilizando-se “*et al.*” (todos os autores deverão ser citados nas referências). Ex.: Oliveira (1991); Silva e Machado (1989); Santos *et al.* (1987); (LIMA, 1990); (SILVA; MACHADO, 1989); (LIMA *et al.*, 1990). Quando houver mais de uma referência do mesmo autor em um mesmo ano, essas deverão ser distinguidas por letra minúscula após a data. Ex.: Coelho (1988a); Coelho (1988b).

**Referências:** devem estar em ordem alfabética, seguindo as normas da ABNT, assim como outros aspectos não contemplados nesta normativa, conforme exemplos abaixo:

a) Livro:

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo: Embrapa Florestas, 2010. v. 4. 644 p.

b) Capítulo de livro:

NUNES, J. R. S. Índices de perigo de incêndios florestais: a experiência paranaense. In: SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. **Incêndios florestais no Brasil: o estado da arte**. Curitiba, 2009. p. 53 - 108.

c) Tese, dissertação e monografia:

BELINI, U. L. **Caracterização e alterações na estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus grandis* em três condições de desfibramento e efeito nas propriedades tecnológicas de painéis MDF**. 90 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produtos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

d) Artigo de periódico:

CUSACK, D.; MONTAGNINI, F. The role of native species in plantations in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 188, p. 1 - 15, 2004.

e) Trabalho em evento científico:

MAZUCHOWSKI, J. Z.; MACCARI JUNIOR, A.; SILVA, E. T. da. Influência de diferentes condições de radiação solar sobre o crescimento morfológico da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., 2003, Chapecó. **Anais do....** Chapecó: EPAGRI, 2003. 1 CD-ROM.

GALDINO, A. P. P.; BRITO, J. O.; GARCIA, R. F.; SCOLFORO, J. R. Estudo sobre o rendimento e a qualidade do óleo essencial de candeia (*Eremanthus* sp.) e a influência das diferentes origens da sua madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS: DIAGNÓSTICOS E PERSPECTIVAS, 2., 2003, Campinas. **Anais do...** Campinas, 2003. p. 31.

f) Internet:

BANU, N. A.; SINGH, B.; COPELAND, L. **Influence of copper on soil microbial biomass and biodiversity in some NSW soils**. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/asssi/>>. Acesso em: 04/01/2009.

g) Legislação:

BRASIL. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 set. 1965. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm)>. Acesso em: 07/03/2012.