

## Biomassa e Carbono em *Euterpe oleracea* Mart., na Ilha do Marajó – PA

Dirceu Lúcio Carneiro de Miranda<sup>1</sup>, Carlos Roberto Sanquetta<sup>2</sup>,  
Luis Gonzaga da Silva Costa<sup>3</sup>, Ana Paula Dalla Corte<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais – ICAA, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná – UFPR

<sup>3</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

### RESUMO

Este trabalho teve por objetivo quantificar o estoque individual de biomassa e carbono fixado em *Euterpe oleracea*, por meio da análise de seus teores de carbono e da quantidade de biomassa seca. Foram analisadas 18 palmeiras, divididas nos compartimentos: fuste, parte comestível (palmito), raízes, folhagem e inflorescência (cachos e frutos). O material passou por secagem, pesagem, trituração e moagem, e pela determinação dos teores de carbono. A média dos teores de carbono fixo para os cachos e frutos foi 49,5%; raízes, 45,5%; folhagem, 42,8%; fuste, 41,2%, e parte comestível, 39,6%, com média ponderada de 43,1%. Apesar da pequena variação nos teores de carbono, houve diferenças estatísticas. A maior concentração de biomassa (50%) e carbono fixado encontra-se no fuste. A equação  $PCTotal = 2,22017 + 2,29353 \times Dap + 0,0148155 \times Dap^2hf$  representa satisfatoriamente o comportamento do estoque de carbono em função do dap; para efeitos de quantificação de carbono, devem-se levar em consideração os diferentes teores de carbono para cada compartimento.

**Palavras-chave:** fixação de carbono, MDL, remoção de CO<sub>2</sub>.

## Biomass and Carbon in *Euterpe oleracea* Mart. on Marajo Island – PA, Brazil

### ABSTRACT

The purpose of this research was to quantify the individual stock of biomass and carbon fixed in *Euterpe oleracea* Mart., through the analysis of its carbon and dry biomass contents. Eighteen palm trees were analyzed divided in the following compartments: stem, edible part (palm), roots and foliage (bunches and fruits). The material was dried, weighed, crushed and grinded and it had its carbon contents determined. Carbon fraction means were as follows: 49.5% of carbon fixed for bunches and fruits, 45.5% fixed for roots, 42.8% for foliage, 41.2% for stem and 39.6% for the edible part, with weighted average of 43.1%. Statistical differences were observed despite the small variation in the carbon contents. The largest concentration of biomass (50%) and fixed carbon occurred in the stem. The equation  $Total\ Weight\ of\ Carbon\ TWC = 2.22017 + 2.29353 + 0.0148155 \times Dap \times Dap^2hf$  satisfactorily represents the behavior of carbon stocks as a function of dbh; the different levels of carbon for each compartment should be taken into account for carbon quantification.

**Keywords:** carbon sink, CDM, CO<sub>2</sub> removal.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os diversos serviços ambientais prestados pelas florestas, destacam-se o sequestro e a estocagem do carbono, em função da intensificação do efeito estufa e do conseqüente aquecimento global. Esses fenômenos ocorrem em razão do aumento da concentração dos gases de efeito estufa, principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), provenientes de emissões antrópicas (Ribeiro et al., 2009). As florestas têm, entre outros, o potencial de absorver e armazenar em sua biomassa, no solo e nos produtos florestais cerca de um décimo das emissões globais de carbono previstas para a primeira metade deste século (Abraf, 2010).

Conforme a vegetação vai crescendo, o carbono vai sendo incorporado nos troncos, galhos, folhas e raízes. Cerca de 50% da biomassa vegetal é constituída de carbono, sendo a Floresta Amazônica um grande estoque mundial de carbono (armazenando cerca de 120 toneladas de carbono por hectare), pela sua área e pela densidade de biomassa (IPAM, 2008).

Sanquetta et al. (2006) relatam que, para a quantificação e o monitoramento de carbono em projetos, é necessário apresentar uma proposta metodológica que integre o mapeamento, o inventário florestal, as determinações de biomassa, as determinações dos teores de carbono e a modelagem matemática. Atualmente, inúmeros estudos do conteúdo de carbono em florestas vêm sendo desenvolvidos e a maioria versa sobre amostragem destrutiva da biomassa e ajuste de modelos alométricos para sua estimativa.

A espécie *Euterpe oleracea* Mart., conhecida popularmente como açaí, é uma palmácea nativa da Amazônia, sendo abundante nas áreas de várzeas dessa região, especialmente no estuário amazônico. O açaizeiro vem despertando grande interesse comercial devido às suas perspectivas de aplicação nas indústrias alimentícias, aliada à grande quantidade existente na região Amazônica e à relativa facilidade de extração. Nessa região, existe um grande número de famílias que sobrevivem dessa palmeira, utilizada não só como alimento, mas como principal fonte de renda pela comercialização; há, portanto, um receio

generalizado de que uma exploração desordenada acabe por dizimar os açaizeiros.

Dentro desse contexto, os açaizeiros podem estar contribuindo na redução do efeito estufa, já que absorvem o gás carbono quando realizam a fotossíntese. Desse modo, informações a respeito da capacidade dessa espécie em fixar a biomassa e, conseqüentemente, o carbono, são necessárias. Diante das premissas apresentadas, este trabalho teve por objetivo quantificar o estoque individual de biomassa e carbono fixado em *Euterpe oleracea* Mart., por meio da análise do estoque de biomassa seca e respectivos teores de carbono contidos nas diferentes partes dessa palmeira.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Descrição da área de estudo

A área de estudo está localizada entre as coordenadas UTM 557.683 m e 9.812.210 m, na Ilha de Marajó, município de Breves, no Estado do Pará, distando aproximadamente 400 km da capital Belém.

A região possui uma temperatura média anual em torno de 27 °C, umidade elevada e alta pluviosidade nos seis primeiros meses do ano. A região é caracterizada como equatorial úmida (Lima et al., 2005).

Os solos do município de Breves, segundo SEPOF (2011), são constituídos, principalmente, por solos Hidromórficos indiscriminados eutróficos e distróficos textura indiscriminada, Latossolo Amarelo distrófico textura média e Areia Quartzosa distrófica; Hidromórficos Gleizados como Gley e Aluvial eutrófico e distrófico textura indiscriminada, em associações.

### 2.2. Descrição da espécie

*Euterpe oleracea* Mart., conhecida popularmente como açaí, é uma palmeira que ocorre nos seguintes Estados: Pará, Amazonas, Maranhão e Amapá, sendo frequente em solos alagados e várzeas (Lorenzi et al., 1996). Pode atingir altura de até 25 m, possui caule de 15 a 25 cm de diâmetro e geralmente forma touceiras com vários estipes. Caracteriza-se por ser uma planta perene e de grande porte, muito semelhante

à palmeira jussara (*Euterpe edulis* Mart.) da Mata Atlântica, diferenciando-se desta por crescer em touceiras de 3 a 25 estipes.

### 2.3. Seleção das palmeiras para amostragem

Os dados básicos para o desenvolvimento deste estudo são provenientes de 6 touceiras de açaí, sendo a primeira e a segunda com três fustes (estipes), a terceira com um único fuste, a quarta com cinco fustes e a quinta com seis fustes. Para validação das análises qualitativas e quantitativas, a seleção do número de fustes foi em decorrência da característica da espécie, ou seja, o número de estipes adotado na amostragem foi em função do que se observou como predominante para a espécie na região.

### 2.4. Coleta de dados e determinação da biomassa e do carbono

Cada palmeira teve sua biomassa separada em cinco compartimentos, listados a seguir:

- Raízes: todo o material radicial;
- Fuste: material localizado entre o colo e o ponto de inserção das folhas;
- Folhagem: todas as folhas da palmeira;
- Parte comestível: cabeça do palmito; e
- Cachos e frutos: referente aos cachos com os frutos.

As plantas, logo que abatidas, tiveram seus compartimentos separados e pesados no campo com uso de um dinamômetro com capacidade de 200 kg e precisão de 50 g.

Para determinação do teor de massa seca, foi retirada uma amostra de cada compartimento, exceto do fuste, de onde foram colhidas duas amostras: uma da base (junto ao colo da árvore) e a outra no topo do fuste. Essas amostras, logo após serem coletadas, foram pesadas em uma balança semianalítica com capacidade de 5 kg e precisão de 0,1 g, e posteriormente secas em estufa a 50 °C, para folhas, e 60 °C para as demais amostras, até estabilização do peso, quando eram então novamente pesadas.

A biomassa total dos diferentes compartimentos das árvores foi calculada em porcentagem de massa seca, obtida a partir das amostras, por meio da relação:

Teor de matéria seca (%) = (Peso seco/Peso verde) × 100

Para cada uma das amostras retiradas, foi realizada a determinação dos teores de carbono por meio do equipamento analisador de carbono em sólidos da marca Leco, modelo C-144. Para cachos e frutos, a determinação do carbono foi realizada em apenas duas palmeiras, as quais apresentavam esses compartimentos.

O estoque individual de carbono de cada árvore foi obtido multiplicando-se a biomassa seca de cada compartimento pelo respectivo teor de carbono. A biomassa seca e o estoque individual de carbono, para cada árvore, foram obtidos pelo somatório dos pesos de cada compartimento. Nos ajustes de equações de estoque individual total de carbono, foi utilizado o teor de carbono ponderado, ou seja, levando-se em consideração o peso de cada compartimento na contribuição do carbono total de cada palmeira.

### 2.5. Análises estatísticas

As análises estatísticas descritivas e experimentais foram processadas a fim de analisar suas medidas de tendência central e dispersão, e verificar se, estatisticamente, existem diferenças de teores de carbono entre as partes da espécie *Euterpe oleraceae*. Utilizou-se o teste de Anova (Análise de Variância), para averiguar se houve diferenças significativas nas análises. Logo após esse procedimento, o teste de Tukey foi aplicado para realização da comparação entre as médias dos compartimentos das palmeiras.

### 2.6. Ajuste do modelo individual de sequestro biológico de carbono

Para o ajuste dos modelos de estoque individual de biomassa e carbono, foram consideradas as seguintes variáveis:

- Diâmetro à altura do peito, em centímetros;
- Altura total da palmeira, em metros;
- Altura do fuste da palmeira, em metros; e
- Carbono orgânico total individual para cada palmeira, em quilos.

O ajuste de equações para estoque individual de carbono foi realizado para oito modelos lineares selecionados na literatura, listados a seguir (Equação 1-8):

$$c = b_0 + b_1dap \quad (1)$$

$$c = b_0 + b_1dap + b_2dap^2 \tag{2}$$

$$c = b_0 + b_1dap^2ht \tag{3}$$

$$c = b_0 + b_1dap^2hf \tag{4}$$

$$c = b_0 + b_1 \ln dap + b_2 \ln ht \tag{5}$$

$$c = b_0 + b_1 \ln dap + b_2 \ln hf \tag{6}$$

$$c = b_0 + b_1dap + b_2dap^2ht \tag{7}$$

$$c = b_0 + b_1dap + b_2dap^2hf \tag{8}$$

sendo:  $b_0$ ,  $b_1$  e  $b_2$  = coeficientes;  $\ln$  = logaritmo neperiano;  $dap$  = diâmetro a altura do peito;  $ht$  = altura total;  $hf$  = altura do fuste;  $c$  = carbono orgânico total individual.

Os critérios para a seleção do melhor modelo foram os coeficientes de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), os erros padrões de estimativa em percentagem ( $Syx\%$ ) e a análise gráfica dos resíduos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Estoque de biomassa seca

Os diâmetros a altura do peito ( $dap$ ) das palmeiras investigadas variaram entre 4,61 e 11,97 cm, com média aritmética de 7,94 cm, valores correspondentes à amplitude encontrada para plantas adultas da espécie. Os pesos secos da espécie estudada estão apresentados na Tabela 1.

A biomassa seca total das 18 palmeiras pesquisadas foi 19,06 kg, em média, com variação de 6,50 a 30,14 kg. Segundo Nogueira & Conceição (2000), ao estudarem o crescimento de palmeiras de açaí com 12, 24, 36 e 48 meses de idade, encontraram-se valores médios de 15,01 kg de biomassa seca total.

Em termos percentuais, a biomassa seca nas palmeiras de açaí se distribuiu conforme a Figura 1.

Santos et al. (2004), em um estudo realizado em sistemas agroflorestais em Cametá-Pará, estimaram a biomassa seca em açaí e encontraram valores de 57% para o fuste e 43% para a folhagem, sem levar em

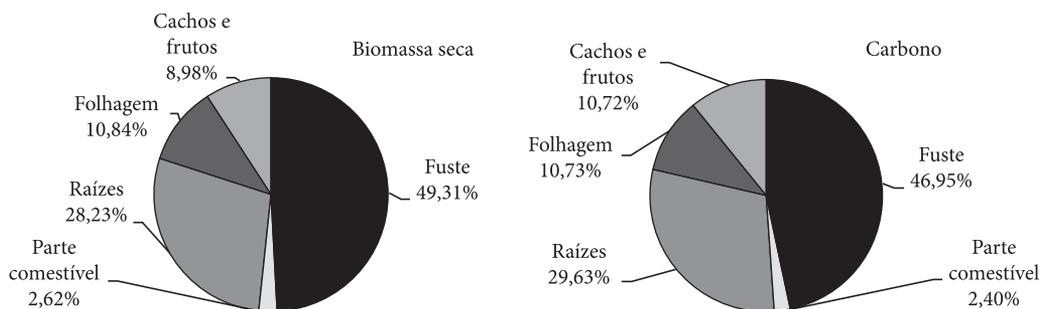


Figura 1. Proporção de biomassa seca (a) e carbono (b) em 18 palmeiras de *Euterpe oleracea* Mart.

Figure 1. Proportion of dry weight of biomass (a) and carbon (b) at components in 18 individuals of *Euterpe oleracea* Mart.

Tabela 1. Estatísticas descritivas dos valores de biomassa seca em cada compartimento em *Euterpe oleracea* Mart.

Table 1. Descriptive statistics of dry biomass per biomass pool for *Euterpe oleracea* Mart.

Compartimento	Biomassa seca individual (kg)					
	Média	Desvio padrão	CV %	Mínimo	Máximo	N
Fuste	9,400	7,37	78,23	1,001	19,832	18
Parte comestível	0,500	0,29	55,05	0,225	1,220	18
Raízes	5,383	1,45	26,91	4,122	7,908	18
Folhagem	2,067	1,08	52,43	0,530	4,165	18
Cachos e Frutos	1,713	0,66	264,20	1,161	2,264	2
<b>Total</b>	<b>19,063</b>	<b>9,26</b>	<b>52,43</b>	<b>6,503</b>	<b>30,144</b>	<b>18</b>

consideração as raízes, o que tornaria os resultados muito semelhantes ao encontrado neste trabalho.

Em trabalho de revisão realizado por Cairns et al. (1997), o compartimento raízes correspondeu de 20 a 30% da biomassa de uma floresta. Esse valor foi próximo ao encontrado no presente estudo para as raízes de açaí (28%). Ao se comparar a distribuição da biomassa seca nas espécies florestais, percebe-se que não há uma sequência única para essa distribuição nas plantas, pois a distribuição da biomassa segue a característica morfológica e fisiológica de cada espécie, que pode ser afetada inclusive por fatores edafoclimáticos; dessa forma, faz-se necessária tal avaliação para cada espécie em cada compartimento.

### 3.2. Teores de carbono

Os resultados dos teores de carbono das 18 palmeiras coletadas, separadas em cinco compartimentos, são apresentados na Tabela 2. Observa-se que as variações, na média, foram de 39,6 a 49,5%. Considerando-se todos os compartimentos, o valor médio ponderado dos teores foi de 43,1%, valores bem inferiores aos tomados como *default* pelo The Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC, 2003); ou seja: em geral, em projetos de créditos de carbono, poderiam ocorrer superestimativas dos estoques em função de se usar o valor de 50% como referência.

Os teores de carbono dentro de cada compartimento não sofreram grandes variações, conforme expresso pelo desvio padrão e coeficiente de variação (Tabela 2).

Verificou-se que houve diferença estatística significativa entre as médias dos compartimentos, apresentando  $F_{\text{calculado}} = 92,32$  e  $F_{\text{tabelado}} = 3,737$ , para 99% de probabilidade, indicando que existiam diferenças significativas entre as médias avaliadas.

O teste de Tukey a 1% de probabilidade revelou que estatisticamente todas as médias são diferentes entre si (Tabela 2). Dessa forma, para calcular a quantidade de biomassa e de carbono em uma palmeira de açaí, devem-se levar em consideração os teores de biomassa e carbono contidos nos compartimentos dessas palmeiras.

Apesar de a maior concentração de carbono ter sido encontrada nos frutos e cachos, em função da

biomassa, é no fuste em que se encontra a maior quantidade de carbono para o açaí.

Na região da zona dos cocais no Estado do Maranhão, mais precisamente na Ilha de São Luis, Gehring et al. (2011) relatam que os valores para os teores de carbono no babaçu (*Attalea speciosa* C.Martius) apresentaram baixa variação, sem diferenças sistemáticas em relação ao tamanho ou ao estágio de crescimento das palmeiras, o que aponta a aplicabilidade geral dos valores de 42,5% carbono para troncos (fuste) e 39,8% de carbono para folhas.

Na Amazônia, para as espécies arbóreas de crescimento secundário, Santos et al. (2007) encontraram valores para os teores de carbono que variaram entre 43,68% para *Parkia pendula* (fava-bolota) e 53,44% para *Cassia leiandra* (mari-mari), sendo que a média de 11 espécies estudadas ficou em 49,2%.

Silva (2007), realizando estudos próximos a Manaus-AM, encontrou um teor de carbono médio de 48,5% em relação ao peso fresco. Esse valor, assim como do presente estudo (43,1%), também considera os vários compartimentos da árvore em que existe carbono armazenado, inclusive nas raízes grossas.

### 3.3. Estoque de carbono

As estatísticas descritivas dos valores de estoque individual de carbono são apresentadas na Tabela 3. Nota-se que o estoque médio individual por palmeira, somando-se todos os compartimentos, foi de 8,25 kg, com valores mínimos e máximos de 2,80 e 12,98 kg, respectivamente.

A distribuição do estoque de carbono nos compartimentos seguiu padrão semelhante ao da biomassa seca, em razão de os teores de carbono serem estáveis, na faixa de 40 a 49%. Em termos percentuais, o estoque individual de carbono se distribui nas plantas da seguinte forma: cerca de 47% no fuste, 30% nas raízes, 11% na folhagem, 11% nos cachos e frutos, e 2% na parte comestível (palmito), seguindo a tendência da biomassa seca, conforme pode ser visto na Figura 1b.

### 3.4. Modelo individual de estoque de carbono

Com base nos valores de peso de carbono individual e os respectivos valores de DAP das 18

**Tabela 2.** Teste de Tukey e estatísticas descritivas dos teores de carbono por compartimento da biomassa em *Euterpe oleracea* Mart.

**Table 2.** Tukey's test and descriptive statistics of carbon content per biomass pool of *Euterpe oleracea* Mart.

Compartimento	Teores de carbono (%)						
	Média	Tukey	Desvio padrão	CV %	Mínimo	Máximo	N
Fuste	41,21	a	1,04	2,52	39,60	43,20	18
Parte comestível	39,60	b	0,95	2,40	37,80	41,20	18
Raízes	45,49	c	0,51	1,11	45,00	46,10	18
Folhagem	42,83	d	1,18	2,76	40,40	44,40	18
Cachos e Frutos	49,55	e	0,49	0,99	49,20	49,90	2
<b>Média ponderada</b>	<b>43,07</b>						

**Tabela 3.** Estoque individual de carbono em palmeiras de *Euterpe oleracea* Mart.

**Table 3.** Individual carbon stock in trees of *Euterpe oleracea* Mart.

Compartimento	Carbono total individual (kg)					
	Média	Desvio padrão	CV %	Mínimo	Máximo	N
Fuste	3,873	3,04	78,23	0,412	8,171	18
Parte comestível	0,198	0,12	55,05	0,089	0,483	18
Raízes	2,444	0,66	26,91	1,871	3,590	18
Folhagem	0,885	0,46	52,43	0,227	1,783	18
Cachos e frutos	0,848	0,19	39,42	0,201	0,834	2
<b>Total</b>	<b>8,247</b>	<b>3,99</b>	<b>52,43</b>	<b>2,801</b>	<b>12,983</b>	<b>18</b>

**Tabela 4.** Parâmetros e estatísticas dos modelos ajustados para estimativa de carbono em palmeiras de açaí.

**Table 4.** Parameters and statistics of the fitted models to estimate carbon açai palm.

modelo	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	S <sub>rx</sub> %
1	-16,67470	5,077280	-	91,5	15,11
2	-8,916780	2,976400	0,131873	91,3	15,30
3	9,402770	0,018882	-	90,6	15,85
4	10,28500	0,025758	-	92,8	13,88
5	-48,68240	30,19580	5,024800	87,0	18,65
6	-39,02580	26,13360	5,688360	88,3	17,70
7	-5,544600	2,857430	0,008648	92,7	14,01
8	-2,22017	2,293530	0,014155	94,6	12,09

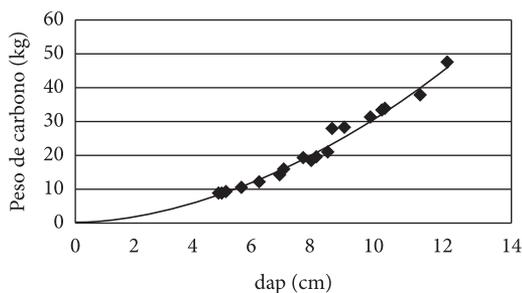
palmeiras amostradas, foram testados 8 modelos matemáticos amplamente utilizados na literatura e mencionados na metodologia. Os resultados dos ajustes para cada modelo individual de estoque de carbono são apresentados na Tabela 4.

Conforme os indicadores de ajuste e precisão utilizados para o estudo, o melhor modelo resultou na Equação ajustada 8:

$$c = -2,22017 + 2,29353 * dap + 0,0148155 * dap^2 \quad hf \left[ R^2 = 94,6; Sxy\% = 12,09 \right] \quad (8)$$

Os resultados de ajuste e precisão mostraram que o modelo do presente estudo estima com boa confiança os estoques de carbono em *Euterpe oleracea*, mesmo em se tratando de uma espécie nativa. Em um estudo semelhante, Soares et al. (2005) estimaram o peso de carbono no fuste de eucalipto por meio de equações e encontraram resultados de 98,02% para o coeficiente de correlação.

Aplicando-se a Equação 8, foi obtido o modelo individual de estoque de carbono para biomassa total



**Figura 2.** Modelo de estoque individual de carbono em *Euterpe oleracea* Mart. em função do *dap*.

**Figure 2.** Individual model of carbon stock for *Euterpe oleracea* Mart. as a function of *dbh*.

acima do solo e abaixo do solo, como mostrado na Figura 2.

#### 4. CONCLUSÕES

- A média ponderada dos teores de carbono encontrados nesta pesquisa (43,1%) foi bem inferior ao sugerido como *default* pelo IPCC (50%), o que pode implicar em superestimativas quando da quantificação de CO<sub>2</sub> em projetos que visam à sua remoção e à contabilização de créditos de carbono.
- O peso da planta média dessa espécie, com DAP médio de 7,94 cm, é de 19,06 kg, equivalente a 8,25 kg de carbono, ou seja, 30,25 kg de CO<sub>2</sub> equivalente.
- O modelo  $c = -2,22017 + 2,29353 \times dap + 0,0148155 \times dap^2$  representa satisfatoriamente o comportamento do estoque individual de carbono em função do diâmetro da palmeira em apreço. Esse modelo pode ser aplicado em projetos de reflorestamento voltados ao mercado de créditos de carbono, pois é possível, a partir desse modelo, fazer a estimativa das remoções de CO<sub>2</sub> para o período de creditação sem precisar derrubar árvores para esse fim, mas apenas com medições por meio de inventário florestal convencional.

#### STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 28/12/2011

Aceito: 05/06/2012

Publicado: 30/09/2012

#### AUTOR (ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

##### Dirceu Lúcio Carneiro de Miranda

Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais – ICAA,  
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT,  
Av. Alexandre Ferronato, 1200, Setor Industrial,  
Campus Universitário, CEP 78550-000,  
Sinop, MT, Brasil  
e-mail: mirandaufmt@hotmail.com

#### REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF. *Anuário estatístico da ABRAF 2010*: ano base 2009. [on line]. Brasília: ABRAF; 2012. [cited 2012 jul. 25]. Available from: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF10-BR.pdf>.
- Cairns MA, Brown S, Helmer EH, Baumgardner GA. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* 1997; 111(1): 1-11. <http://dx.doi.org/10.1007/s004420050201>
- Gehring C, Zelarayán MLC, Almeida RB, Moraes FHR. Allometry of the babassu palm growing on a slash-and-burn agroecosystem of the eastern periphery of Amazonia. *Acta Amazonica* 2011; 41(1): 127-134.
- Intergovernmental panel on climate change – IPCC. *Good Practice Guidance for Land-Use Change and Forestry*. Geneva; 2003.
- Instituto de pesquisa ambiental da Amazônia - IPAM. *Perguntas e respostas sobre Aquecimento global*. Belém: IPAM; 2008. Available from: <http://www.ipam.org.br/biblioteca>.
- Lima AMM, Oliveira LL, Fontinhas RL, Lima RJS. Ilha do Marajó: Revisão Histórica, Hidroclimatologia, Bacias Hidrográficas e Propostas de Gestão. *HOLOS Environment* 2005; 5(1): 65-80.
- Lorenzi H, Souza HM, Costa JTM, Cerqueira LSC, Behr N von. *Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: São Paulo; 1996.
- Nogueira OL, Conceição HEO. Análise de crescimento de açaizeiros em áreas de várzea do estuário amazônico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2000; 35(11): 2167-2173. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000001100007>
- Pará (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças - SEPOF. *Estatística Municipal: Breves*. SEPOF; 2011. Available from: <http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/breves.pdf>.
- Ribeiro SC, Jacovine LAG, Soares CPB, Martins SVM, Souza AL, Nardelli AMB. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore* 2005; 33(5): 917-927.

Sanquetta CR, Corte APD, Balbinot R, Leal MCBS, Ziliotto MAB. Proposta metodológica para quantificação e monitoramento do carbono estocado em florestas plantadas. In: Sanquetta CR, Ziliotto MA, Corte APD, editor. *Carbono: Desenvolvimento Tecnológico, Aplicação e Mercado Global*. Curitiba; 2006.

Santos SRM, Miranda IS, Tourino MM. Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. *Acta Amazonica* 2004; 34(1): 1-8.

Santos ECS, Souza RCR, Barbosa KHN, Vasconcelos MA. Caracterização energética de espécies lenhosas nativas da Amazônia. In: *Anais do XXXVI Congresso*

*Brasileiro de Engenharia Agrícola*; 2007; Bonito. Bonito; 2007. p. 1-4.

Silva RP. *Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias da região na Manaus (AM)* [tese]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; 2007.

Soares CPB, Leite HG, Görgens EB. Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. *Revista Árvore* 2005; 29(5): 711-718. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000500006>