

ESTIMATIVA DE SEQUESTRO DE CARBONO NUMA POPULAÇÃO ESPONTÂNEA DE PALMEIRAS MACAÚBA

Eloisa Aparecida Belleza Ferreira ¹, Marcos Aurélio Carolino de Sá ², João de Deus Gomes dos Santos Junior ³, Maria Lucia Meirelles ⁴, Arminda Moreira de Carvalho ⁵

¹Doutorado em Ecologia e pesquisadora a Embrapa Cerrados, eloisa.belleza@embrapa.br, ²Doutorado em Agronomia e pesquisador a Embrapa Cerrados, marcos.sa@embrapa.br, ³Doutorado em Agronomia e pesquisador a Embrapa Cerrados, joao.jr@embrapa.br, ⁴Doutorado em Ecologia e pesquisadora a Embrapa Cerrados, maria.meirelles@embrapa.br, ⁵Doutorado em Ecologia e pesquisadora a Embrapa Cerrados, arminda.carvalho@embrapa.br.

Embrapa Cerrados, Br 020, Km 18, Planaltina, DF, <https://www.embrapa.br/cerrados>, 55(61)33889932

Resumo

Este trabalho teve por objetivo estimar o estoque de carbono e a concentração de nutrientes da biomassa de uma população espontânea de palmeiras macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) em associação com pastagem de *Brachiaria ruziziensis*. A área foi desmatada há cerca de 25 anos e situa-se em Planaltina, DF. Após realização de inventário da densidade populacional e medições de altura e diâmetro, foram abatidos cinco exemplares representativos que foram divididos nos compartimentos: estipe, raízes, folhas. Amostras representativas passaram por secagem, pesagem e moagem, determinação dos teores de carbono, celulose, lignina e nutrientes e estoques de carbono. A média dos teores de carbono por unidade de biomassa de raízes e folhas foi de 45,3% e 41,0%, respectivamente. No estipe, a concentração de C e lignina variaram em função da altura e representaram em média 43,7% e 15% de C e lignina, respectivamente. Considerando a ponderação da concentração de C por seção e compartimento da planta, o estoque de carbono estimado para biomassa de 89 plantas ha⁻¹ foi de 19,51 Mg C ha⁻¹. Além do sequestro de C, esse sistema florestal sinalizou ser relevante na contribuição para o armazenamento e ciclagem de nutrientes.

Palavras Chave: *Acrocomia aculeata*, estoque de carbono, nitrogênio.

Abstract

CARBON SINK ESTIMATES IN MACAÚBA PALM TREE NATURAL REGENERATION POPULATION

This research had the purpose of quantifying the carbon and nutrients stocks in macaúba palm trees (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) at a natural regeneration area combined with a *Brachiaria ruziziensis* pasture; area which was cleared about 25 years ago in Planaltina, DF (Figure 1). After setting out an inventory of population density, diameter and height, five palm trees were chopped down and divided into the following compartments: stem, roots and foliage (leaves) (Figure 2). Representative samples were dried, weighed and grinded. Carbon and nutrients contents were then measured. Carbon fraction means per biomass unit were as follows: 45.3% fixed for roots, 41.0% fixed for foliage. Stem biomass carbon and lignin contents ranged according to stem height and accounted for averages of 43.7% and 15% of C, respectively (Graphic 1). Considering the different contents of carbon for each plant compartment and section, carbon stock for 89 plants ha⁻¹ was estimates as 19.51 Mg C ha⁻¹. In addition to carbon sink, this forest system has also implied to be relevant at contributing to nutrient storage and cycling (Table 1).

Keywords: *Acrocomia aculeata*, carbon stock, nitrogen

INTRODUÇÃO

A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) é uma palmeira monocaule nativa das savanas e florestas da América tropical que possui diversos tipos de usos, desde seu estipe, suas folhas e seus frutos. Atualmente, a espécie está sendo vista com forte potencial de utilização na indústria de biodiesel devido à boa produtividade, que varia de 1.470 a 4.968 kg óleo.ha⁻¹ (CARVALHO et al, 2011). O biodiesel proveniente da palmeira enquadra-se nas especificações da ASTM (*American Society for Testing and Materials*).

A adoção de biodiesel na matriz energética nacional, principalmente para o uso no setor de transporte, traz inúmeros benefícios para o País, como geração de uma nova demanda de biocombustíveis, fixação do homem no campo e redução de emissões de gases de efeito estufa nos motores automotivos.

Além da produção de biocombustível, a remoção do CO₂ da atmosfera por meio da biomassa florestal das árvores de macaúba também pode ser uma opção a se somar na compensação das emissões de gases causadores do efeito estufa. Essa remoção ocorre através do processo de fotossíntese. O dióxido de carbono é fixado em compostos reduzidos de carbono, que são armazenados em forma de biomassa.

A alta produtividade, a adaptação às condições de baixa disponibilidade hídrica, a ampla distribuição geográfica, o hábito de crescimento que favorece a consorciação e a longevidade, sugerem uma condição de competitividade favorável em relação a oleaginosas tradicionais, principalmente em ambientes tropicais (MOURA et al., 2010).

O pioneirismo da espécie e sua dispersão em formações secundárias e pastagens (LORENZI et al., 1996; SCARIOT & LHERAS, 1991) indicam que ela pode ser plantada em sistema silvipastoril no Cerrado, evitando a abertura de novas áreas e deslocamento do cultivo principal, o que pode contribuir positivamente para a ciclagem de nutrientes, balanço de carbono, e minimizar os impactos ambientais negativos provocados pela pecuária no Cerrado, como a produção do metano.

Este trabalho teve por objetivo estimar o estoque de carbono e a concentração de nutrientes da biomassa de uma população espontânea de palmeiras macaúba em associação com pastagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo e está localizada no município de Planaltina, DF (15.581 W, 47.345 S), bioma Cerrado, sob transição entre Latossolo Vermelho e Cambissolo textura média. A altitude varia de 1.060 a 1.100 m e o clima da região corresponde ao tipo Aw, segundo classificação de Köppen, com presença de invernos secos e verões chuvosos.

Esse estudo de caso foi executado em um fragmento que abrange cerca 5,6 ha de um corredor de maciços de macaúba com concentrações populacionais expressivas que corta os municípios de Planaltina, DF e Formosa, GO. A área foi desmatada há cerca de 25 anos para a implantação de pastagem, onde ocorreu a formação espontânea da população de *Acrocomia Aculeata*. Apresenta uma média de 89 árvores ha⁻¹, que se encontram espaçadas de forma aleatória, com a formação estrato herbáceo representado predominantemente pela gramínea *Brachiaria ruziziensis* (Figura 1).



Figura 1. Vista parcial da área de estudo em Planaltina, DF (15.581w, 47.345 s).
Figure 1. Partial view from the study area in Planaltina, DF (15.581w, 47.345 s).

Foi realizado um censo ou inventário da densidade populacional de exemplares adultos (indivíduos adultos ha⁻¹), com a medição do DAP (diâmetro 1,30 m de altura) e altura do estipe. Para cálculos de biomassa e carbono foram selecionadas cinco árvores-amostra nas cinco classes centrais (classes com mais de quatro indivíduos), que foram abatidas para realização da cubagem (Figura 2). Foram tomadas medidas de diâmetro a

0,10, 0,30, 0,60, 1,30 e 2 m, e a partir daí de 0,5 em 0,5 m, até a altura total do estipe. Nesses pontos foram retirados discos de 0,05 m cortados transversalmente de onde foram retiradas cunhas radialmente, abrangendo desde a medula até a casca para análise de concentração de carbono (C) e nutrientes. Os dados dos volumes observados para as árvores abatidas foram integrados da raiz até a altura máxima do estipe.

A determinação da biomassa foliar (folhas verdes e secas) foi realizada pela coleta todas as folhas em cada uma das cinco árvore-amostra; todo material foi ensacado e pesado em campo. A biomassa radicular foi coletada a 1,5 m de profundidade num raio de 1m de cada planta abatida; as raízes com diâmetro >0,2 mm foram peneiradas e pesadas em laboratório.



Figura 2. Abate, amostragem e pesagem de biomassa aérea e radicular da palmeira macaúba (*Acrocomia Aculeata*), em Planaltina, DF (15.581w, 47.345 s).

Figure 2. Chopping, sampling and weighing of stem and root biomass of macaúba palm tree (*Acrocomia Aculeata*) in Planaltina, DF (15.581w, 47,345 s).

Amostras representativas de todos os três compartimentos (estipe, folhas e raízes) foram retiradas para a determinação da massa da matéria seca após secagem em estufa (50 °C) até estabilização da massa e avaliação da concentração de C e nutrientes. Os teores de C da biomassa seca foram avaliados pelo método da combustão a seco (*Total Organic Carbon Analyser - TOC*) e o estoque de C da área foi estimado pela fórmula proposta pelo *The Intergovernmental Panel On Climate Change - IPCC* (IPCC, 2003). Para tal, considerou-se a densidade populacional de indivíduos adultos (indivíduos adultos ha⁻¹); a biomassa seca em estufa 50 °C; a média ponderada dos teores de C proporcional a massa das seções de cada compartimento da palmeira (Kg C. Kg matéria seca⁻¹). Os teores de nutrientes, celulose, lignina e água foram analisados segundo Embrapa, (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias e desvios do DAP e da altura média do estipe foram estimados em 22,7cm (máximo de 25,2 e mínimo de 21,8cm) e 12,4m (máximo de 13,8 e mínimo de 10,0m), respectivamente.

Os valores médios de volume de biomassa verde foram de 467 kg.arvore⁻¹ e o teor de água aumentou em função da altura do estipe (153,2 ±53,8% sob peso seco). O teor de carbono médio em relação à biomassa encontrado para estipe foi de 43,75% com máximos e mínimos de 47% e 41,2% com redução em função da altura (Gráfico 1). Foram estimadas em média, 21 (±3) folhas por árvore que representavam 5% da biomassa total com um teor de C médio de 41% (+0,8). A massa seca do sistema radicular correspondeu a 8% da biomassa total e apresentou uma concentração média de C de 45,3% (±0,8). O estoque de carbono estimado para biomassa de 89 plantas ha⁻¹ nesse estudo de caso foi de 19,51 MgC.ha⁻¹.

Em termos de qualidade do C, em média, 21% do C da biomassa do estipe encontrava-se na forma de celulose com variações entre 31% e 21%. Verificou-se que 15% do C encontrava-se representado na forma de lignina que variou em função da altura: entre 6% na secção meristemática e 34% na seção da base do caule.

Além do sequestro de C, esse sistema florestal demonstrou importância na contribuição para o armazenamento e ciclagem de nutrientes, visto que as estimativas indicam um armazenamento na biomassa aérea de cerca de 370 kg N ha⁻¹, 270 kgK.ha⁻¹, 160 kgCa.ha⁻¹, e 100 kgMg.ha⁻¹ (Tabela 1).

Em relação a altura, DAP e número de folhas e concentração de carbono, os resultados encontrados nesse estudo estão em conformidade com aqueles descritos na literatura para palmeiras. Lorenzi et al. (2004) relataram altura do estipe de macaúba entre 10 e 15 m e 20 a 30 cm de DAP. Lorenzi, (2006) encontrou entre 20 e 30 folhas por planta de macaúba. Na região da zona dos cocais no Estado do Maranhão, Gehring et al. (2011) relatam que os teores de carbono em biomassa de babaçu (*Attalea speciosa* C. Martius) apresentaram valores de 42,5% carbono para troncos e 39,8% de carbono para folhas. Miranda et al. 2012, no Pará, observaram para plantas de açai (*Euterpe oleracea* Mart.) uma média dos teores de carbono fixo para raízes de 45,5%; para folhagem, 42,8%; e tronco (fuste), 41,2%, com média ponderada de 43,1%. Em Jequitibá, MG, em áreas de regeneração natural de macaúba com uma densidade populacional acima de 100 indivíduos ha⁻¹, Toledo (2010) relatou um estoque de C médio de 33,851 MgC.ha⁻¹.

O comportamento de redução de C (Gráfico 1) e lignina, em função da altura do estipe, pode ser explicado pela influência do grau de condensação da lignina presente nos tecidos mais velhos o que causa maior espessamento de parede celular das seções de menor altura na árvore, o que aumenta a concentração de C por unidade de biomassa.

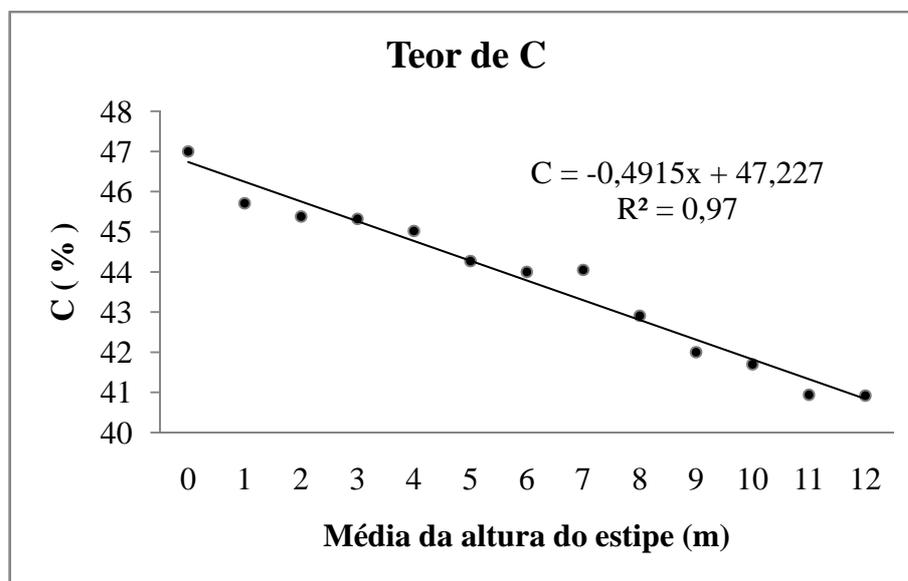


Gráfico 1. Concentração de carbono (C) por unidade de biomassa em função da altura do estipe da palmeira macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.)

Graphic 1. Carbon (C) concentration per biomass unit according to stem height of macaúba palm tree (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Former Mart.)

Nesse trabalho foram observados fatores inferiores àqueles sugeridos pelo IPCC para cálculos de estoque de C e para relação raiz parte aérea. Na ausência de dados experimentais o IPCC sugere a multiplicação da biomassa seca por fatores que representam uma estimativa com base em semelhança, denominada *default*. Os valores sugeridos por essa entidade para concentração de C na biomassa seca em projetos de mudança do uso da terra e silvicultura e para relação raiz parte aérea para floresta tropical e subtropical úmida primária são respectivamente 0,5 e 0,24 (IPCC, 2003).

Sendo assim, nesse estudo de caso, se a concentração de C não tivesse sido avaliada analiticamente e o cálculo de estoques ponderado por secção e compartimento da planta, poderiam ocorrer superestimativas de até 14% dos estoques em função de se usar o valor de 50% como referência para conversão de biomassa para estoques de carbono.

Convertido em créditos de carbono, este valor pode gerar uma receitas adicionais aos produtores considerando que essas áreas poderiam ser incluídas até mesmo na modalidade de emissão evitada (*Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation* - REDD).

Tabela 1. Estimativas da concentração de elementos químicos em biomassa aérea da palmeira macaúba (*Acrocômia Aculeata*).

Table 1. Estimates of chemical elements concentration in stem biomass of macaúba palm tree (*Acrocomia Aculeata*).

<i>Elementos químicos¹</i>												
	<i>C</i>	<i>N</i>	<i>Al</i>	<i>B</i>	<i>Ca</i>	<i>Cu</i>	<i>K</i>	<i>Mg</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Zn</i>
Unidade	g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹
Média²	437,5	8,98	881,06	6,18	3,95	5,76	6,52	2,57	16,44	1,11	1,60	87,92
Desvio³	22,7	5,54	87,18	5,79	1,74	6,97	6,09	1,45	11,01	1,09	1,03	35,74

¹C: carbono; N: nitrogênio; Al: alumínio; B: boro; Ca: Cálcio; Cu: cobre; K: potássio; Mg: magnésio; Mn: manganês; P: fósforo; S: enxofre; Zn: zinco. ²Biomassa aérea (estipe, folhas) e radicular. ³Desvio padrão da média.

CONCLUSÃO

Além do sequestro de C, esse sistema silvipastoril sinalizou ser relevante na contribuição para o armazenamento e ciclagem de nutrientes. Foi conveniente que não se dispensasse as avaliações analíticas da concentração de C na biomassa de *Acrocomia Aculeata*, pois houve superestimativa nos cálculos de estoque de carbono quando se utilizou os valores *default* do IPCC. Para se aumentar a precisão nos cálculos de estimativas de estoque de carbono também foi importante considerar a ponderação da concentração de C por seção e compartimento da planta. Estes resultados contribuem para ressaltar a importância da preservação de macaúbas como fonte de mitigação da emissão de gases de efeito estufa.

AGRADECIMENTOS

Embrapa Cerrados, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte (DNIT) DER/DF, Torc Engenharia, Finep/Funarbe, Petrobrás.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, K. J., SOUZA, A. L. DE, MACHADO, C. C. *Ecologia, manejo, silvicultura e tecnologia da macaúba*. Boletim Técnico. Viçosa, 2012, 35p. Disponível em: http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/d_b_b_15592.pdf. Acesso em 01/07/2014.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- GEHRING C, ZELARAYÁN M. L. C, ALMEIDA R. B, MORAES F. H. R. Allometry of the babassu palm growing on a slash-and-burn agroecosystem of the eastern periphery of Amazonia. *Acta Amazonica*, v. 4, n. 1, p. 127-134, 2011.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Good Practice Guidance for Land-Use Change and Forestry*. Geneva; 2003.
- LORENZI, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart. - ARECACEAE: BASES PARA O EXTRATIVISMO SUSTENTÁVEL*. 2006. 156 f. Tese (Doutorado em Ciências)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006. Disponível em: <http://www.entabanbrasil.com.br/downloads/Acrocomia-aculeata_Tese%20Lorenze.pdf>. Acesso em: 21/07/2014.

8º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA
SÃO PAULO – SP – 05 A 07 DE NOVEMBRO DE 2013

- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; BEHR, N. *Palmeiras do Brasil: exóticas e nativas*. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1996. p. 1-20.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; CERQUEIRA, L. S. C.; COSTA, J. T. M., FERREIRA, E. 2004. *Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas*. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 416p.
- MIRANDA, D. L. C., SANQUETTA, C. R., COSTA, L. G. S, CORTE, A. P. D. Biomassa e Carbono em *Euterpe oleracea* Mart., na Ilha do Marajó – PA. *Floresta e Ambiente*, v. 19, n. 3, p. 336-343, 2012.
- MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. *Frutos de Palmeiras da Amazônia*. Manaus: MCT INPA, 2001. p. 7-10
- MOURA, E. F., VENTRELLA, M. C., MOTOIKE, S. Y. Anatomy, histochemistry and ultrastructure of seed and somatic embryo of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). *Scientia Agricola*, v. 67, p. 375-495, 2010.
- SCARIOT, A. O., LLERAS, E. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. *Biotropica*, v. 23, p. 12-22, 1991.
- TOLÊDO, D. P. *Análise técnica, econômica e ambiental de macaúba e de pinhão-manso como alternativas de agregação de renda na cadeia produtiva de biodiesel*. 2010. 92f. Dissertação (*Magister Scientiae*)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em:< ftp://ftp.bbt.ufv.br/teses/ciencia%20florestal/2010/227506f.pdf>. Acesso em: 15/07/2014.