

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DO ÓLEO DA POLPA E AMENDOAS DE FRUTOS DE MACAÚBA [*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart] COLETADA NA REGIÃO DE BOTUCATU, SP<sup>1</sup>**

FABIANO PEREIRA DO AMARAL<sup>2</sup>; FERNANDO BROETTO<sup>3</sup>; CESAR BENEDITO BATISTELLA<sup>4</sup> & SÔNIA MARIA ALVES JORGE<sup>5</sup>

---

**RESUMO:** A conjuntura energética internacional aponta para o esgotamento das reservas de petróleo em curto prazo. O Brasil, face às suas potencialidades, tem procurado através de políticas públicas, incentivar o estudo de formas alternativas de energia. Muitas destas formas são baseadas em produtos e sub-produtos agrícolas, com destaque para a indústria de álcool para fins combustíveis. Outra alternativa de origem vegetal, mais recentemente discutida, seria a produção de óleo combustível denominado *biodiesel*. O trabalho teve como objetivos a obtenção do óleo da polpa da macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart], coletada na região de Botucatu (SP), além da caracterização qualitativa. Os resultados obtidos demonstraram baixa produtividade em óleos, comparado a de maciços da região sul de Minas Gerais. Em termos qualitativos, a polpa de macaúba mostrou-se rica em ácidos graxos de cadeia longa, enquanto as amêndoas possuíam quantidades significativas de ácido láurico.

**Palavras-chave:** Óleo vegetal, macaúba, caracterização do óleo.

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação do 1º autor intitulada: Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da macaúba [*Acrocomia aculeata* (jacq.) lodd. ex mart]

<sup>2</sup> Aluno do curso de PG Energia na Agricultura-FCA/UNESP, - Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros - 1780, Caixa Postal - 237 Botucatu-SP - Brasil; CEP 18610-307

<sup>3</sup> Prof. Dr. IB -UNESP, Dep. de Química e Bioquímica, CEP 18618-000 Distrito de Rubio Junior, Botucatu, SP – e-mail: [broetto@ibb.unesp.br](mailto:broetto@ibb.unesp.br)

<sup>4</sup> IB -UNESP, Dep. de Química e Bioquímica, CEP 18618-000 Distrito de Rubio Junior, Botucatu, SP

<sup>5</sup> IB -UNESP, Dep. de Química e Bioquímica, CEP 18618-000 Distrito de Rubio Junior, Botucatu, SP e-mail: [smajorge@ibb.unesp.br](mailto:smajorge@ibb.unesp.br)

## EXTRACTION AND QUALITATIVE CHARACTERIZATION OF PULP AND ALMONDS OILS OF MACAUBA FRUITS [*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart] COLLECTED IN THE REGION OF BOTUCATU, SP

**SUMMARY:** *The international energy situation indicates to the depletion of oil reserves in the short term. Brazil, considering its potential, has sought through public policy, encourage the study of alternative forms of energy. Many of these forms are based on sub-products and agricultural products, especially the ethanol industry for fuel purposes. Another alternative of vegetable origin, most recently discussed, would be the production of fuel oil called biodiesel. The study aimed to extract and measure the pulp oil production of macaúba palm [*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart], collected in Botucatu (SP). In addition, the qualitative analysis of the pulp and almond oil are determined. The results showed low productivity in oils, compared to the reported for macauba natural populations of Minas Gerais. The qualitative analysis of the macauba pulp shows to be rich in long chain fatty acids, while the almond have significant amounts of lauric acid.*

**Keywords:** *Vegetable oil, macauba, oil characterization.*

### 1 INTRODUÇÃO

O contexto histórico do uso de óleos vegetais como fonte de combustível no Brasil data da década de 20. Após este período, pesquisas foram desenvolvidas principalmente no Instituto Nacional de Tecnologia e Instituto de Óleos do Ministério da Agricultura, bem como no Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais (MIC, 1985).

Em 2004 ocorreu o lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, envolvendo 14 ministérios e vários centros de pesquisa, culminando com a criação de uma rede de pesquisa (CRESTANA, 2005).

O Probiodiesel abriu caminho, também, para a obtenção de créditos internacionais pela redução da emissão de carbono (CARNEIRO, 2003). Assim, o biodiesel poderá representar uma inovação sustentável para sociedade brasileira gerando efeitos positivos em vários segmentos (social, econômico, meio ambiente, etc), pois nosso ecossistema permite a produção de uma ampla gama de oleaginosas, o que não ocorre em outros países produtores de biodiesel, como a Alemanha (PADULA et al, 2005).

A macaúba pertence à família Palmae, de vasta distribuição geográfica nas Américas. Sua área de ocorrência estende-se desde os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, passando por Minas Gerais e por

todo o centro-oeste, nordeste e norte do Brasil atingindo até a América Central. Segundo Bondar (2005), a macaúba pode ser encontrada até no território mexicano.

A frutificação ocorre durante todo o ano e os frutos amadurecem, principalmente, entre os meses de setembro a janeiro. Os principais polinizadores são coleópteros das famílias Curculionidae, Nitidulidae e Escarabaeidae. A inflorescência é visitada pelas abelhas do grupo *Trigonia*, que coletam o pólen das flores masculinas e polinizam as flores femininas (HENDERSON et al., 1995; SCARIOT, 1998).

Alguns trabalhos na literatura evidenciam que o óleo extraído da macaúba tem potencial para a produção de biodiesel. Guedes (1993) apresenta o resultado da análise bromatológica dos frutos de macaúba realizado por Hiane et al. (1992) e Miyagusku & Hiane (1993). A partir dos dados destas análises, observa-se que as concentrações do extrato etéreo (lípidos totais) da polpa e da amêndoa foram de 16,50 e 42,10 %, respectivamente. O potencial do teor de óleo da macaúba na base seca foi realizado pelo Cetec (1993).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O material para as análises foi constituído de frutos de macaúba em diferentes estádios de maturação: verde, intermediário e maduro conforme a Figura 1. O local da coleta foi na Fazenda Experimental Edgardia – FCA- UNESP, Campus de Botucatu.



**Figura 1** - Frutos da macaúba e seus estádios de maturação.

Após a coleta, os frutos de macaúba foram levados ao laboratório do Departamento de Química e Bioquímica do IBB – UNESP/Botucatu, sendo despulpados com o auxílio de faca inox sobre uma bandeja com gelo. A polpa foi pesada, acondicionada em embalagem plástica e armazenada em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$ . As amostras foram mantidas congeladas até o momento da secagem em estufa ventilada.

Para a secagem, as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente e em seguida levadas à estufa ventilada por aproximadamente 72 h a  $65^{\circ}\text{C}$ , com objetivo de reduzir ao máximo o teor de umidade. Após atingir peso constante, as amostras foram mantidas em estufa ventilada a  $45^{\circ}\text{C}$  até o momento de iniciar o processo de extração de óleo (extrator mod. Soxhlet).

A extração do óleo foi realizada em cooperação com o NUPAM - Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia, da FCA – UNESP/Botucatu, utilizando-se o método de separação por Soxhlet.

Para a montagem do extrator, utilizou-se manta aquecedora com suporte para seis balões (1L) com respectivos Soxhlet (700 mL) e respectivos condensadores. Acoplado ao sistema, instalou-se serpentina para resfriar a água, auxiliando o processo de condensação.

Antes de iniciar o processo de extração, os cartuchos de papel de filtro foram pesados em balança analítica quando a massa foi determinada; Após a montagem dos cartuchos com 70 g de amostra, processou-se nova pesagem, para se obter a massa do cartucho mais a amostra. Adicionou-se 1 L de hexano nos balões e após acoplar ao sistema, iniciou-se o processo de extração com controle de tempo. Durante a extração, procurou-se manter o fluxo de hexano nos extratores e com o auxílio de um termômetro monitorou-se a temperatura interna do soxhlet, a qual variou uniformemente entre  $55^{\circ}\text{C}$  e  $60^{\circ}\text{C}$ .

De forma preliminar, realizaram-se experimentos para se determinar o tempo ótimo de manutenção das amostras no extrator. Após 6 horas de refluxo, retirou-se uma amostra para avaliação, sendo que as demais foram retiradas a cada 2 horas de refluxo, perfazendo 16 horas de tempos de refluxo. Após cada tempo de amostragem, desligou-se a manta aquecedora e aguardaram-se aproximadamente 30 minutos para resfriar o hexano. Retiraram-se às amostras, as quais foram mantidas em estufa ventilada por 36 h a  $60^{\circ}\text{C}$  para evaporar o restante do hexano. Subtraindo-se a massa inicial (anterior a extração) da massa final (após 36 horas na estufa ventilada), verificou-se que o tempo de 8 horas de refluxo foi aquele mais efetivo para a extração. Assim, este tempo foi adotado como referência para a extração das demais amostras.

O processo de recuperação do hexano foi realizado no Departamento de Química e Bioquímica UNESP/Botucatu, a partir do processamento das amostras em rotaevaporador, técnica aplicável em destilações sob temperaturas controladas e vácuo constante. Por aproximadamente 15 minutos nas condições do equipamento (vácuo e temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$ ), separou-se o hexano do óleo vegetal extraído nas condições descritas.

Após a separação, o óleo foi armazenado em vidro âmbar de 500 mL, recoberto com papel alumínio para evitar possíveis oxidações e mantido resfriado a  $10^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises qualitativas.

Para a caracterização qualitativa do óleo, utilizou-se metodologia de cromatografia em fase gasosa com auxílio de cromatógrafo Varian CP-3900 CG, coluna capilar modelo BP20 15 m x 25 mm (SGE), tendo como fase estacionária uma coluna carbowax 20 M (polietilenoglicol) e detector de ionização de chamas - FID. Utilizaram-se as seguintes temperaturas de trabalho: Coluna = inicial de 200 °C, aumentando-se cerca de 10 °C por minuto até atingir-se 240 °C; Injetor: 250 °C Split: 1/100 e Detector: 260 °C. As análises foram feitas em colaboração com a Empresa Natural- Products & Technologies – Rafard, SP, sendo o protocolo foi baseado em Aocs (1998).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento em óleo das amostras da polpa dos frutos de macaúba apresenta-se na Tabela 1 em (%) óleo conforme seus estádios de maturação.

**Tabela 1** – Rendimento da extração de óleo da polpa em diferentes fases de amadurecimento em frutos de macaúba, coletados na região de Botucatu, SP.

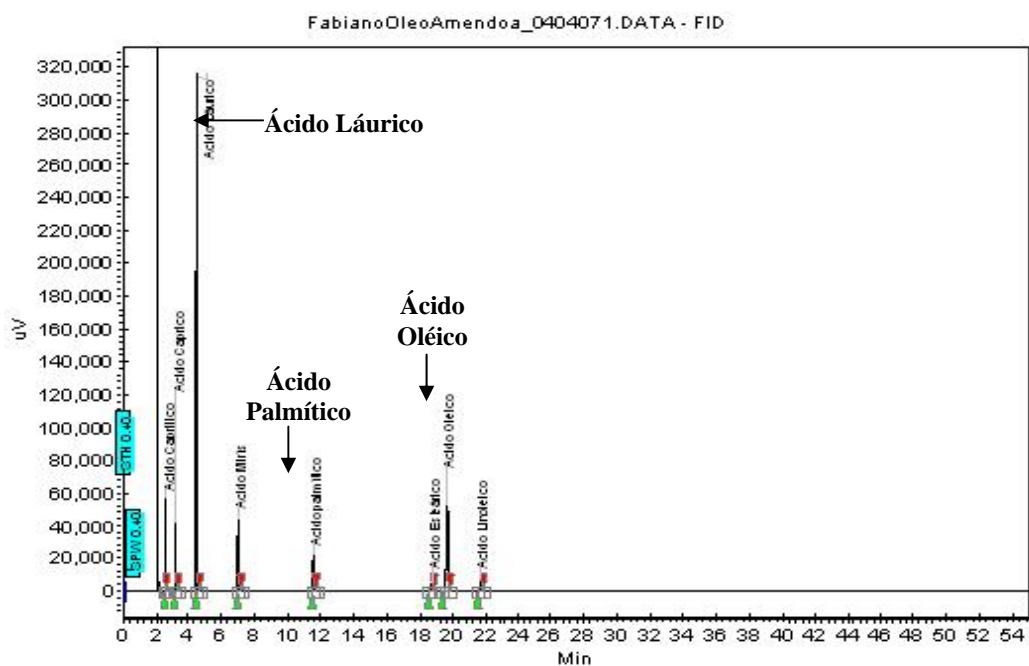
<b>Estádios de maturação dos frutos de macaúba</b>	<b>Óleo da polpa (%)</b>
Verde	1,9 ± 0,4
Intermediário	1,9 ± 0,3
Maduro	6,1 ± 0,8

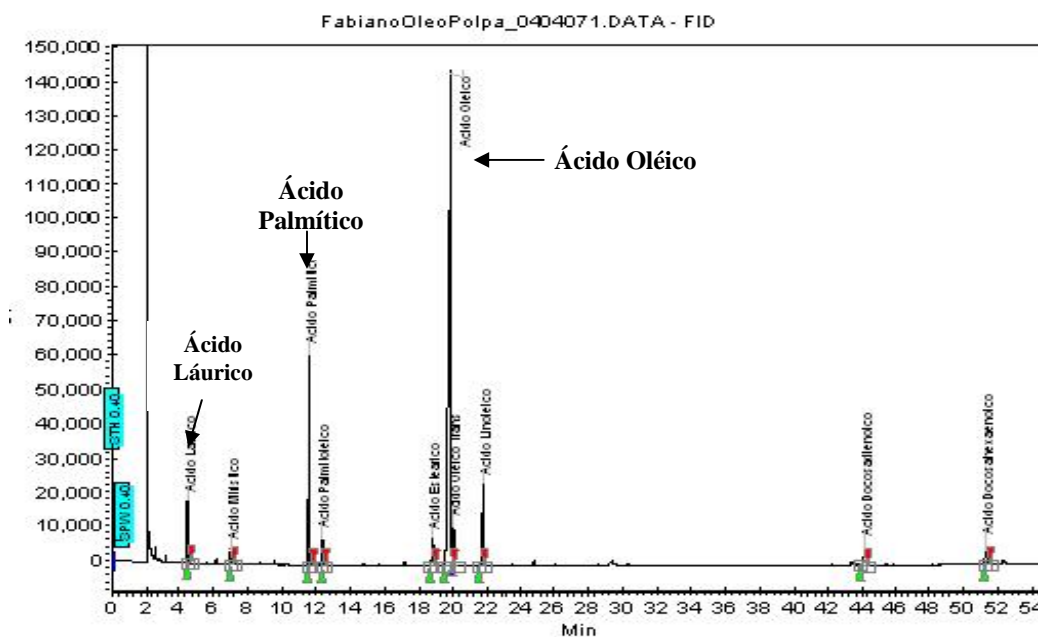
Os valores de rendimento do óleo citados na Tabela 1 são diferentes daqueles encontrados na literatura. Conforme citado pelo Cetec (1983), o rendimento em óleo da polpa de macaúba pode chegar a 59,8 % em frutos do tipo A, na base seca. O fruto tipo A, como citado, refere-se a uma classificação de tamanho máximo para os frutos colhidos na região de Jaboticatubas, MG. O mesmo Instituto (CETEC, 2005) apresenta valores menores (16,2 %) na composição em óleo da polpa da macaúba. Valor semelhante (16,5 %) foi citado por Hiane et al. (2005) para a mesma fonte, contudo, a metodologia empregada para a extração do óleo não seja citada detalhadamente.

Como se observa, a concentração em óleo da polpa da macaúba pode sofrer variações imponderáveis, visto sua característica de planta nativa. Nesta condição, a produtividade em óleo passa a ser regulada por fatores ambientais, como disponibilidade de água e nutrientes, temperatura, fotoperíodo, etc. O maciço natural de Botucatu, fonte dos frutos para o presente ensaio, está localizado em área de baixíssima

fertilidade, considerando-se também que as condições climáticas desfavoráveis poderiam afetar a produção de óleo. A estes fatores, soma-se que nem sempre a metodologia empregada para a extração e determinação quantitativa segue a métodos padronizados, o que poderia resultar em valores superestimados.

Através da cromatografia gasosa, (CG) obtiveram-se os cromatogramas do óleo da amêndoa (Figura 2) e do óleo da polpa da macaúba (Figura 3) de modo que caracterizaram-se as composições (%) em ácidos graxos dos dois tipos de óleos, conforme Tabela 2.





**Figura 2** – Cromatogramas obtidos por cromatografia em fase gasosa (CG) do óleo da amêndoa (painel superior) e da polpa (painel inferior) de macaúba, coletado na região de Botucatu, SP.

**Tabela 2** – Composição em ácidos graxos (CG) de amostras de óleo da amêndoa e da polpa de frutos de macaúba (%) coletados na região de Botucatu, SP.

Ácidos Graxos (%)	Óleos de Macaúba	
	Amêndoa	Polpa
Ácido Caprílico 8:0	5,22	-
Ácido Cáprico 10:0	4,56	-
Ácido Láurico 12:0	44,14	1,56
Ácido Mirístico 14:0	8,45	0,49
Ácido Palmítico 16:0	6,57	12,18
Ácido Esteárico 18:0	2,11	2,64
Ácido Oléico 18:1(9)	25,76	69,07
Ácido Linoleico 18:2(9,12)	3,19	6,77
Ácido Palmitoleico 16:1(9)	-	1,36
Ácido Oleico Trans 18: (9)	-	2,47
Ácido Docosadenoico	-	1,77
Ácido Docosahexaenoico	-	1,69
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Em comparação com as composições de ácidos graxos dos dois tipos de óleos determinados por cromatografia gasosa, os mesmos apresentaram baixo teor de ácido linolêico. Quanto ao óleo da amêndoa,

verificou-se que o mesmo é rico em ácido láurico apresentando um valor econômico no mercado dos óleos insaturados para as indústrias de cosmético e farmacêutica. Ambos os óleos apresentaram ácido oléico, porém o óleo da polpa apresentou uma concentração considerável, com grande utilização na indústria de cosméticos. É um ácido essencial (Omega 9) participando do metabolismo na síntese de hormônios em tecidos animais.

#### 4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e considerando-se as condições experimentais, concluiu-se que após a extração de óleos em diferentes estádios de maturação de frutos de macaúba, eles apresentaram baixo rendimento por unidade de matéria fresca, da maturação, em comparação com os dados disponíveis na literatura, para a mesma variável, podendo estar ligado ao solvente utilizado, ao tamanho dos frutos, a fertilidade e fatores climáticos o maciço da coleta.

A análise da composição dos óleos da amêndoa e da polpa da macaúba confirmou que a polpa é mais rica em óleos de cadeia longa, predominando o ácido oléico. Por outro lado, a amêndoa é rica em ácido láurico, justificando seu uso como fonte importante para a indústria de cosméticos.

Em síntese, demonstrou-se a viabilidade da exploração da macaúba como espécie energética e para fins farmacêuticos e industriais, devido a sua riqueza em ácido láurico na amêndoa.

#### 5 REFERÊNCIAS

BONDAR, G. **Palmeiras do Brasil**. Disponível em:

<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/especiais/frutasnobrasil>. Acesso em Julho de 2009.

CARNEIRO, R. A. F. A produção de biodiesel na Bahia. *Conjunt. Planej.*, n. 112, p.35-43, 2003.

CETEC. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: relatório final do Convênio STI-MIC / CETEC. Vol. 1 e 2. CETEC. Belo Horizonte, 1983. v.1/2.

CETEC. **FUNDATION: R & D in biodiesel production: past and present**. 2005. Disponível em:

[http://www.alk.org.br/inwet/palestras/Lincoln\\_cabraia.pdf](http://www.alk.org.br/inwet/palestras/Lincoln_cabraia.pdf). Acesso em set. 2009.



CRESTANA, S. **Matérias primas para produção do biodiesel: priorizando alternativas**. São Paulo: Embrapa, 2005 (Palestra).

GUEDES, N. M. R. **Biologia reprodutiva da Arara Azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no Pantanal-MS, Brasil**. 1993. 122 p. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of the Americas** New Jersey: Princeton University, 1995. p.166-167.

SCARIOT, A. Seed dispersal and predation of the palm *Acrocomia aculeata*. **Principes**, Brasília, v.42, n.1, p.5-8, 1998.

HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS, F.M.M.; PEREIRA, J.G. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do Estado de Mato Grosso do Sul. **Bol. CEPPA**, v. 10, n.1, p. 35-42, 1992.

HIANE, P. A.; RAMOS FILHO, M. M. ; RAMOS, M. I. L. ; MACEDO, M. L. R. . Bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., Kernels and Pulp Oils: Characterization and fatty acid composition. **Brazilian Journal of Food Technology** (ITAL), v. 8, p. 256-259, 2005.

Ministério da Indústria e do Comércio. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília: Secretaria de Tecnologia Industrial, Coordenadoria de Informações Tecnológicas, 1985.

MIYAGUSKU, L.; HIANE, P. A. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do Estado de Mato Grosso do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 8, 1993. Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre, 1993.

PADULA, D. A.; PLÁ, A. J. ; BENEDETTI, O.; RATHAMAM, R.; SILVA, P. L. **Estudo analítico interdisciplinar de viabilidade da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Gorduras e Biodiesel, 2., 2005, Lavras. **Anais...**Lavras, 2005. p. 777-782.