



**I TECNIQ**

Seminário sobre Tecnologia na Indústria Química



II ENBTEQ Encontro Brasileiro sobre Tecnologia na Indústria Química  
7º Seminário de Produtores de Olefinas e Aromáticos



3º Seminário ABIQUIM de Tecnologia

## **ÓLEO DO FRUTO DA PALMEIRA MACAÚBA - PARTE I: UMA APLICAÇÃO POTENCIAL PARA INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS, FÁRMACOS E CÓSMETICOS**

**Maria H. C. Andrade<sup>(\*,1)</sup>, Andrea S. Vieira<sup>(1)</sup>, H. F. Aguiar<sup>(1)</sup>, Joana F. N. Chaves<sup>(1)</sup>, Rachel M. P. S. Neves<sup>(1)</sup>, Tânia L. S. Miranda<sup>(1)</sup>, Adriane Salum<sup>(1)</sup>.**

Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Minas Gerais;

e-mail: cano@deq.ufmg

**RESUMO** – Em face da crescente demanda mundial por óleos vegetais para fins alimentícios, as palmeiras produtoras de frutos com alto teor de óleo passaram a ter uma importância crescente. A Malásia e a Indonésia são países que investem no desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas objetivando um melhor rendimento agrícola e industrial para o aproveitamento da palmeira Óleo de Palma, potencializando o desenvolvimento de indústrias de alimentos, de fármacos, de cosméticos e para o setor bioenergético. O Brasil possui diferentes variedades de palmeiras, entre elas a Óleo de Palma, mais conhecida como palmeira do dendê, a Macaúba, o Mucujá, dentre outras. Embora haja algum aproveitamento da palmeira do dendê, a exploração agro-industrial dessa classe de árvore brasileira está muito aquém do seu real potencial, devido ao desconhecimento associado à quase não existência de pesquisas na área. Pela predominância em Minas Gerais da palmeira Macaúba, neste trabalho destaca-se a importância de um programa para o aproveitamento de seu fruto no que tange ao potencial de aplicação industrial e as qualidades nutricionais-vitamínicas de seus óleos. O fruto maduro da Macaúba é constituído de uma casca externa, uma polpa, uma castanha interna e uma amêndoa. Em base seca, pode-se extrair das partes casca, polpa e amêndoa, respectivamente, cerca de 10%, 65-70% e 55-60% m/m de óleo, o que corresponde a um percentual de 20-25% em massa úmida do fruto maduro. Os óleos da polpa e da amêndoa contêm, respectivamente, cerca de 78-80% m/m de ácidos graxos insaturados e 70-72% m/m de ácidos graxos saturados. Adicionalmente, a identificação de vitaminas, do tipo A,B,C, E, niacina, e outras, em ambos os óleos requer a realização de pesquisas relativas à caracterização, separação e concentração dessas vitaminas, o que pode vir a potencializar o uso desses óleos na indústria de fármacos. Quantitativamente, o potencial de aproveitamento do fruto da Macaúba recai na alta produtividade de óleo por área plantada, podendo atingir a marca de 6.000 kg/ha.

**PALAVRAS-CHAVE:** macaúba, óleo vegetal.

**ABSTRACT** – In face of the sustained growth of world demand for vegetable edible oils and fats, the palm trees that produce fruits with high oil yield are an excellent alternative. Malaysia and Indonesia are countries that have been investing in the scientific and technological researches in order to get a better agricultural and industrial productivity related with the use of the oil palm tree, which produce raw material for several industries, such as foods, pharmaceuticals and cosmetics, as well as it increments the bio-energy sector. Brazil

contains different varieties of palm trees, among them the oil palm, macaúba, mucujá, others. Although there is some use of the oil palm tree, the agriculture-industrial exploration of that class of Brazilian tree is under of its real potential, because there is no enough knowledge and neither research in this area. Due to the predominance of the palm tree Macaúba in Minas Gerais, in this work the importance of a program for the appropriated use of its fruit, related with the industrial potential and the nutritional-vitamin qualities of its oils is highlighted. The ripe macaúba fruit is constituted of an external shell, a pulp and an internal chestnut with an almond. In dry base it can be extracted of all these parts: shell, pulp and almond about 10%, 65-70% and 55-60% w/w of oil, respectively, which corresponds to the percentage of 20-25% in wet mass of the fruit. The pulp oil and the almond oil contains, respectively, about 78-80% of unsaturated fatty acids and 70-72% w/w of saturated fatty acids. Additionally, the identification of vitamins in these both oils, such as A, B, C, niacina, others, depends of the accomplishment of researches related with the characterization, separation and concentration process, what would create a potential for the use of these oils in the pharmaceutical industries. Considering the quantitative aspect, the high potential of use of the Macaúba's fruit occurs due to the enhanced oil productivity for planted area, what can reach the mark of 6,000kg/ha.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda mundial por óleos vegetais é um fato que vem sendo objeto de relato na imprensa nacional e internacional. Em publicação de 30/06/2006, a Gazeta Mercantil apresentou a seguinte matéria: “O crescimento da demanda mundial por oleaginosas, como o dendê e a soja, superará o aumento da produção em outubro próximo, reduzindo os estoques mundiais e sustentando os preços em seus níveis atuais, segundo informou a publicação *Oilworld: A perspectiva para o longo prazo indica um aumento dos preços das oleaginosas e dos óleos vegetais devido à alta da demanda por energia*, informou o relatório. *Os fundamentos econômicos mudaram devido ao crescimento da produção de biodiesel e da decorrente alta da demanda por óleos vegetais.*”

Mais recentemente, em 21/08/2006, outra publicação da Gazeta Mercantil apresentou a matéria: “Demanda por óleo vegetal terá crescimento recorde - O consumo mundial de óleos vegetais, derivados da soja e de outras plantas, registrará expansão recorde de 27% até 2010 devido à demanda por parte dos setores de alimentos e biocombustíveis, segundo o Rabobank International. A utilização desse tipo de

óleo totalizará 121 milhões de toneladas ao ano até 2010, informou o banco em relatório divulgado na sexta-feira (18-08-2006). O consumo de óleos utilizados em produtos alimentícios e derivados da canola, do cacau e da soja responderá por 13 milhões de toneladas desse aumento. Os biocombustíveis gerarão um acréscimo de 12 milhões de toneladas”.

Dentro deste contexto mundial, a busca por plantas oleaginosas com potencial para uma alta produtiva de óleo por hectare plantado por ano é uma busca que deve ser objeto de investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Países como Malásia e Indonésia têm investidos em pesquisas para o aproveitamento otimizado da planta denominada Óleo de Palma, tanto no que se refere a estudos de melhoramento genético e clonagem para a obtenção de uma plantação de elite com alta produtividade em óleo, como no que tange à otimização do processo industrial de extração e geração de novos produtos a partir dos óleos extraídos de seu fruto (Gorret e outros, 2004; Akaike, Y., 1985; Sambanthamurthi e outros, 1996).

No Brasil, mais especificamente nos estados da Bahia, Ceará e Pará, a exploração da palma do dendê tem sido

objeto de desenvolvimento de processos industriais e pesquisas, objetivando principalmente a aplicação para a produção de combustível alternativo, o Biodiesel. Na reportagem da Gazeta Mercantil de 30/06/2006, a importância desse óleo foi destacada “O azeite de dendê, que é o óleo vegetal mais negociado do mundo, subiu 3,4% desde o início deste ano, passando a custar 1.463 ringit (US\$ 397) a tonelada na Malásia, seu maior produtor”.

É conveniente reforçar que o Brasil, pela diversidade de sua flora, especificamente sobre o setor de plantas oleaginosas, é um país que possui elevado potencial para ser um dos líderes mundiais no que se refere à exploração, produção e comercialização de produtos do setor de óleos e gorduras vegetais.

Dentro desse contexto, este trabalho tem como principal objetivo focar uma palmeira brasileira, a Macaúba, que apresenta um potencial de produção e comercialização dos óleos extraídos de seu fruto similares ao da planta Óleo de Palma. Essa palmeira é encontrada na forma nativa e em maior proporção nos Estados de Minas Gerais e Goiás. Atualmente, a sua exploração comercial é quase que inexistente, a despeito do seu real potencial econômico. Mais especificamente, o objetivo deste trabalho é ressaltar características da composição dos óleos extraídos da palmeira Macaúba e o potencial atrativo dessa composição para as indústrias de alimentos, fármacos e cosméticos. Adicionalmente, esses óleos podem ser utilizados para a produção de Biodiesel.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia para a realização deste trabalho se constituiu em uma revisão bibliográfica seqüencial sobre os seguintes

itens: (i) a Palmeira Macaúba; (ii) o fruto da Macaúba e propriedades de suas partes; (iii) a caracterização do óleo extraído das partes do fruto: a polpa e a amêndoa; (iv) a potencialidade do emprego dos óleos de polpa e amêndoa nas indústrias de alimentos, fármacos e cosméticos.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. A Palmeira Macaúba e seu Fruto**

A Macaúba é uma planta pertencente a família da Palmae, gênero *Acrocomia*, encontrada de forma dispersa nas regiões sudeste e nordeste do Brasil, porém em maior concentração nos Estados de Minas Gerais e Goiás. No Estado de Minas Gerais, é encontrada em grande quantidade no Alto do Paraíba; na região de Montes Claros, no norte de Minas; e na Zona Metalúrgica, próximo a Belo Horizonte. (Motta e outros, 2002). Essas palmeiras, robustas de estipes eretos, esguios e elegantes, atingem até 20 metros de altura, se desenvolvem bem nos solos de cerrado, sendo uma árvore bastante resistente: brota mesmo depois de queimadas; não é atacada por pragas e doenças; e suporta grandes variações climáticas. A frutificação da macaúba ocorre após 4 anos e, dependendo das condições de adubação do solo, pode apresentar produtividade agrícola bastante elevada, podendo atingir até 150 kg de frutos por safra. Adicionalmente, em uma área de um hectare, podem ser plantadas cerca de 200 palmeiras (Rettore & Martins, 1983). Com esse índice, a produtividade de frutos pode chegar a 30 toneladas por hectare por ano.

A variação da época de colheita ocorre de acordo com as diversidades climáticas regionais encontradas no Brasil. Contudo, no Estado de Minas Gerais, o período entre dezembro e abril se

constitui na época do auge da maturação da macaúba, indicado quando os primeiros frutos começam a cair do pé. É uma planta de grande potencial econômico, pois pode ser totalmente aproveitada. No entanto, a sua principal utilidade econômica reside no aproveitamento dos óleos extraídos de seus frutos, passíveis de vasta aplicação nos setores industrial e de energia. Adicionalmente, essa palmeira fornece o palmito, retirado do broto terminal. Contudo, apesar da abundante frutificação e da qualidade e quantidade de óleos nos frutos, o surgimento de empreendimentos industriais mais ousados está diretamente associado com a necessária substituição da atividade extrativa (dos povoamentos naturais) por cultivos racionais (Wandeck & Justo, 1988).

O fruto maduro dessa árvore é uma dupla esfera ligeiramente achatada, com o maior diâmetro variando de 3,0 a 6,0 cm, constituído de uma casca externa dura de coloração marrom-amarelada, de uma polpa amarelo-forte fibrosa e oleosa, e de uma castanha interna dura, que contém em seu interior uma ou duas amêndoas oleaginosas. Todas as partes do fruto possuem potencial econômico de aproveitamento. Das partes, casca, polpa e amêndoa, extraem-se os óleos, cujo potencial de aproveitamento será destacado neste trabalho, e o material fibroso, que pode ser utilizado para a produção de ração animal. A castanha seca possui poder calorífico apropriado para o uso como carvão vegetal (Rettore & Martins, 1983).

### 3.2. Caracterização do Fruto da Macaúba

A respeito da caracterização do fruto da macaúba, vale ressaltar o relato de Rettore & Martins (1983): “Tanto a composição do

fruto, como o teor de óleo na polpa e na amêndoa, conforme dados de publicações técnicas, são bastante discrepantes, resultado não tanto da origem dos frutos, mas decorrentes do grau diferente de umidade e de maturidade dos frutos submetidos à análise. Para se obter resultados confiáveis nas análises de composição do fruto é indispensável, antes de tudo a utilização de cocos frescos e recém recolhidos”.

Na prática, para fins de processamento, o ponto ideal de colheita é identificado como o momento da queda dos primeiros frutos do cacho. Nesse ponto, tem-se o fruto maduro, fresco e livre de processos deteriorantes que propiciam uma elevação crescente do teor de acidez do mesmo e, portanto, diminuem o potencial de uso dos seus óleos para fins mais nobres. Rettore e Martins (1983), em seu extenso trabalho de caracterização do fruto do coco de macaúba no estado de Minas Gerais, tomaram como referência o coco fresco dessa palmeira. Portanto, os dados a serem destacados neste trabalho são provenientes da referência desses autores.

Na tabela 1, estão apresentados os dados quantitativos médios da umidade e dos percentuais de óleo em cada uma das partes do coco de macaúba.

Tabela 1: Dados quantitativos do fruto da palmeira macaúba(\*)

Características do Fruto Fresco	
Massa (g)	46,0
Umidade (%)	33,0
Teor de óleo do fruto fresco (%)	22,9
Teor de óleo do fruto seco (%)	34,3

(\*) Valores médios (Rettore & Martins, 1983).

A composição média do coco, a densidade e o teor de óleo de cada parte do fruto podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2: Composição, densidade e teor de óleo do coco da macaúba em base seca(\*)

Componente	Composição do coco (% m/m)	Densidade do óleo (g/cm <sup>3</sup> )	Teor de óleo (% m/m)
Casca	24,1	0,9194	9,8
Polpa	39,6	0,9256	69,9
Castanha	29,0	--	--
Amêndoa	7,3	0,9176	58,0

(\*) Valores médios (Rettore & Martins, 1983).

Há uma lacuna na literatura pertinente, referente ao conteúdo energético das duas principais partes do fruto da macaúba: a polpa e a amêndoa. Na Tabela 3, estão apresentados a composição química e o valor energético de 100 gramas da amêndoa, com destaque para o conteúdo vitamínico e de sais minerais [1].

Tabela 3: Composição química e valor energético da amêndoa da macaúba, obtidos de 100 g de amêndoa [6].

Conteúdo Energético (kcal)		
243,0		
Glicídios (g)	Proteínas (g)	Lipídios (g)
27,9	4,4	67,6
Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)
199,0	57,0	0,2
Vitaminas (µg)		
A	B1	B2
23,0	140,0	90,0
C	Niacina	
28,0	1,0	

Não foi encontrada na literatura pesquisada uma tabela similar, referente à caracterização da polpa. No entanto, foi citada a presença de vitamina E na polpa do fruto da macaúba [2].

Relativamente aos óleos extraídos das partes do fruto da macaúba, algumas de suas propriedades físico-químicas estão apresentadas na Tabela 4.

A análise das características físico-químicas dos óleos extraídos do coco de macaúba indica que o óleo da casca tem a mesma identidade do óleo extraído da polpa, sendo uma parte deste absorvido na casca. Para fins de processamento industrial, a casca e a polpa seguem uma mesma corrente de produção.

Tabela 4: Características físico-químicas dos óleos de macaúba(\*)

Propriedades	Óleo de macaúba		
	Casca	Polpa	Amêndoa
Peso molecular médio (CG)	859	866	710
Pode calorífico superior (kcal/kg)	9370	9380	8520
Viscosidade a 37.8°C (cst)	42,5	46,4	35,2
Carbono (%)	75,93	76,03	75,08
Hidrogênio (%)	11,62	11,51	11,65
Oxigênio (%)	12,45	12,46	13,27

(\*) Valores médios (Rettore & Martins, 1983).

Os percentuais de carbono, hidrogênio e oxigênio presentes nos óleos vegetais referem-se, predominantemente, a triglicerídeos, moléculas de glicerina com

três grupos hidroxilas quimicamente ligadas a três moléculas de ácidos graxos. Em geral, os triglicerídeos contêm diferentes ácidos graxos, que representam mais de 95% de seu peso molecular e propiciam, ao óleo vegetal, diferentes propriedades físicas e químicas. Assim, a composição dos ácidos graxos é o principal parâmetro indicador das propriedades do óleo vegetal. A distribuição graxa dos óleos extraídos das partes do fruto de macaúba está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Composição em Ácidos Graxos (%) do óleo da macaúba(\*).

Ácido Graxo	Macaúba		
	Casca	Polpa	Amêndoa
Caprílico	--	--	6,2
Cárico	--	--	5,3
Laúrico	--	--	43,6
Mirístico	--	--	8,5
Palmítico	24,6	18,7	5,3
Esteárico	5,1	2,8	2,4
Palmitoléico	6,2	4,0	--
Oléico	51,5	53,4	25,5
Linoléico	11,3	17,7	3,3
Linolênico	1,3	1,5	--

(\*). Média de valores de literatura (Rettore & Martins, 1983).

### 3.3. Potencial de Aproveitamento Industrial dos Óleos do Fruto da Macaúba.

Os óleos extraídos das partes da macaúba são constituídos de ácidos graxos saturados e insaturados. Os ácidos graxos saturados são compostos orgânicos que não apresentam duplas ligações na cadeia carbônica, sendo, mais freqüentemente, encontrados na forma sólida e em produtos de origem animal e, menos freqüentemente, em vegetais. Os ácidos

graxos insaturados são, normalmente, encontrados na forma líquida e em produtos de origem vegetal, exceção feita aos óleos de peixe, que também são ricos em ácidos graxos insaturados. Estes contêm uma ou mais ligações duplas na cadeia. Quando os átomos de hidrogênio se encontram no mesmo lado do plano, são chamados de cis, e se estão em lados opostos, de trans. Quando o ácido graxo insaturado possui uma única dupla ligação, é conhecido como mono-insaturado, e se contém duas ou mais ligações duplas, é denominado poli-insaturado.

A seguir, destacam-se as características dos ácidos graxos contidos nos óleos do fruto da macaúba, a importância associada ao uso, bem como o potencial setor de aplicação industrial. Adicionalmente, apresenta-se a classificação em ordem decrescente do conteúdo desses ácidos graxos nas partes do fruto.

#### 3.3.1. Oléico

Fórmula:  $C_{18}H_{34}O_2$

Mono-insaturado

% Polpa = 53,4% - (1º lugar)

% Casca = 51,5% - (1º lugar)

% Amêndoa = 25,5% - (2º lugar)

É um ácido graxo essencial, o ômega 9. Participa do metabolismo do corpo humano, desempenhando um papel fundamental na síntese dos hormônios. É conhecido por promover o aumento das secreções biliares que estimulam o peristaltismo. Fortalece os tecidos do organismo, tonifica os nervos e acalma as membranas mucosas. Ainda, acredita-se que auxilie na dissolução dos depósitos de colesterol nas artérias. É muito utilizado como aditivo em base de sabões e sabonetes, para dar lubrificidade e emoliência [3,4,5]. Usos internacionais: defensivo agrícola biológico; propósitos

alimentícios em geral e como aditivo fornecedor de sabor a alimentos e bebidas; ingrediente na formulação de cosméticos [6]. Indústrias potenciais: fármacos, alimentos, cosméticos e defensivos agrícolas biológicos.

### 3.3.2. Lauríco

Fórmula:  $C_{12}H_{24}O_2$

Saturado

% Amêndoa = 43,6% - (1º lugar)

É muito utilizado na fabricação de tensoativos para shampoos, como o lauril éter sulfato de sódio, lauril éter sulfossuccinato de sódio, lauril sulfato de amônia, lauril sulfato de trietanolamina, etc. Pode reagir com a glicerina para formar o monolaurin, que é um poderoso agente anti-bacteriano, anti-viral e anti-protozoal. Utilizado recentemente na medicina e na indústria farmacêutica no tratamento de herpes simples e na redução da carga viral do HIV, pois destrói a capa protetora do vírus da AIDS [3]. Usos internacionais: defensivo agrícola biológico; aditivo para propósitos alimentícios em geral; como emulsificante, surfatante e agente de limpeza na formulação de cosméticos [6]. Indústrias potenciais: fármacos, alimentos, cosméticos e defensivos agrícolas biológicos.

### 3.3.3. Palmítico

Fórmula:  $C_{16}H_{32}O_2$

Saturado

% Polpa = 18,7% - (2º lugar)

% Casca = 24,6% - (2º lugar)

% Amêndoa = 5,3% - (5º lugar)

É um dos ácidos graxos mais utilizados na fabricação de cremes de barbear e em formulações de cremes e emulsões cosméticas [3]. Usos internacionais: defensivo agrícola biológico; para

propósitos alimentícios em geral e como aditivo fornecedor de sabor a alimentos e bebidas; como emoliente e agente emulsificante na formulação de cosméticos [6]. Indústrias potenciais: alimentos, cosméticos e defensivos agrícolas biológicos.

### 3.3.4. Linoléico

Fórmula:  $C_{18}H_{32}O_2$

Poli-insaturado

% Polpa = 17,7% - (3º lugar)

% Casca = 11,3% - (3º lugar)

% Amêndoa = 3,3% - (6º lugar)

É um dos ácidos graxos essenciais, o ômega 6, que pode reduzir o mau colesterol LDL e o colesterol total. Contudo, o alto consumo pode abaixar o benéfico colesterol HDL. Normalmente, tem sido usado na manufatura da margarina, manteiga para bolo, óleos de salada e de cozinha [3,6,7]. Usos internacionais: defensivo agrícola biológico; para propósitos alimentícios em geral e como aditivo fornecedor de sabor a alimentos e bebidas; como emoliente na formulação de cosméticos [6]. Indústrias potenciais: fármacos, alimentos, cosméticos e defensivos agrícolas biológicos.

### 3.3.5. Mirístico

Fórmula:  $C_{14}H_{28}O_2$

Saturado

% Amêndoa = 8,5% - (3º lugar)

É um dos ácidos graxos mais utilizados na fabricação de sabonetes, devido ao tamanho médio de sua cadeia, que proporciona sabões com ótima detergência, poder de limpeza e espuma. O ácido mirístico é empregado em formulações de cremes e emulsões cosméticas [3]. Usos internacionais: defensivo agrícola

biológico; para propósitos alimentícios em geral e como aditivo fornecedor de sabor a alimentos e bebidas; como agente emulsificante na formulação de cosméticos [6]. Indústrias potenciais: alimentos, cosméticos e defensivos agrícolas biológicos.

### 3.3.6. Caprílico

Fórmula:  $C_8H_{16}O_2$

Saturado

% Amêndoa = 6,2% - (4º lugar)

É empregado em formulações de cremes, condicionadores, shampoos e anti-perspirantes. Pode reagir com a glicerina para formar um produto com propriedades emolientes e lubrificantes. Quando reagido com álcoois diversos formam ésteres que são muito usados na síntese e manufatura de perfumes e fragrâncias [3]. Usos internacionais: defensivo agrícola biológico; para propósitos alimentícios em geral e como aditivo fornecedor de sabor a alimentos e bebidas; como agente emulsificante na formulação de cosméticos [6]. Indústrias potenciais: alimentos, cosméticos e defensivos agrícolas biológicos.

### 3.3.7. Cáprico

Fórmula:  $C_{10}H_{20}O_2$

Saturado

% Amêndoa = 5,3% - (5º lugar)

É muito utilizado em emulsões cosméticas de cremes, condicionadores, em formulações de shampoos e desodorantes em bastão. Pode reagir com a glicerina para formar um produto com propriedades emolientes e lubrificantes, sendo empregado em óleos de banhos infantis e óleos para a pele dos bebês. São muito usados nas sínteses e manufaturas de perfumes e fragrâncias [3]. Usos internacionais: defensivo agrícola

biológico; para propósitos alimentícios em geral e como aditivo fornecedor de sabor a alimentos e bebidas; como agente emulsificante na formulação de cosméticos [6]. Indústrias potenciais: alimentos, cosméticos e defensivos agrícolas biológicos.

### 3.3.8. Palmitoléico

Fórmula:  $C_{16}H_{30}O_2$

Mono-insaturado

% Polpa = 4,0% - (4º lugar)

% Casca = 6,2% - (4º lugar)

Usos internacionais: defensivo agrícola biológico; para propósitos alimentícios em geral e como aditivo fornecedor de sabor a alimentos e bebidas [6]. Indústrias potenciais: alimentos e defensivos agrícolas biológicos.

### 3.3.9. Esteárico

Fórmula:  $C_{18}H_{36}O_2$

Saturado

% Polpa = 2,8% - (5º lugar)

% Casca = 5,1% - (5º lugar)

% Amêndoa = 2,4% - (7º lugar)

Como consequência da presença de ligações simples carbono-carbono, sua cadeia hidrocarbônica apresenta flexibilidade, o que o torna um importante ingrediente para a fabricação de margarinas (reduz o ponto de fusão das mesmas) [3,8]. Usos internacionais: defensivo agrícola biológico; para propósitos alimentícios em geral e como aditivo fornecedor de sabor a alimentos e bebidas; como agente emulsificante e estabilizador na formulação de cosméticos [6]. Indústrias potenciais: alimentos, cosméticos e defensivos agrícolas biológicos.

### 3.3.10. Linolênico

Fórmula:  $C_{18}H_{30}O_2$

Poli-insaturado

% Polpa = 1,5% - (6º lugar)

% Casca = 1,3% - (6º lugar)

É um dos ácidos graxos essenciais, o ômega 3. Sua ingestão abaixa o nível de triglicérides e o de colesterol total no organismo. Seu alto consumo pode retardar a coagulação sanguínea [3,7]. Usos internacionais: para propósitos alimentícios em geral e como aditivo fornecedor de sabor a alimentos e bebidas; como emoliente na formulação de cosméticos [6]. Indústrias potenciais: Indústria de fármacos, alimentos e cosméticos.

### 3.3.11. Potencial para a Produção de Energia.

A busca por fontes energéticas renováveis que minimizem o uso de combustíveis fósseis tem sido objeto constante de pesquisas em todo o mundo nos últimos cinquenta anos. Como principais fatores técnicos dessa busca, têm-se a irreversível e crescente demanda e dependência por energia da atual sociedade globalizada; a possibilidade da escassez de petróleo em um horizonte de 50 a 100 anos; e a importante questão ambiental associada ao uso de combustíveis fósseis no tocante ao elevado nível de liberação de dióxido de carbono na atmosfera do planeta. Como alternativas ecologicamente corretas mais promissoras, têm-se a produção de energia por meio de célula a combustível (energia gerada a partir do hidrogênio) e a utilização de combustíveis vegetais produzidos a partir de óleos vegetais, o Biodiesel. Ambos os processos se caracterizam por serem renováveis e minimizadores de impactos negativos ao meio ambiente.

Nesse sentido, a produção de biodiesel a partir do óleo de macaúba é uma possibilidade real. Especificamente, o óleo extraído da amêndoa seria uma excelente matéria-prima, em função do seu elevado grau de saturação, 70-72% m/m. Essa característica propicia a obtenção de um combustível menos propenso a processos oxidativos, tendo, como consequência, o aumento da vida útil do equipamento de geração de energia, por exemplo, motores de combustão e as demais partes em contato com o combustível em um automóvel.

## 3.4. Usos Populares dos Óleos do Fruto de Macaúba.

### 3.4.1. Óleo de Polpa do Fruto da Macaúba

É considerado um bom agente saponificante, sendo comumente utilizado na fabricação de sabão. Na agropecuária, é utilizado no combate à mosca de chifre e bicho mineiro e como fixador de inseticidas e defensivos agrícolas. Na indústria cerâmica, é utilizado como desmoldante e, ainda, em curtumes é usado como agente de engraxamento (Rettore & Martins, 1983).

### 3.4.1. Óleo da Amêndoa do Fruto da Macaúba

É destacado pelas suas características farmacêuticas, sendo utilizado no combate à bronquite e outras doenças respiratórias [2].

Segundo Rettore & Martins (1983), o óleo de amêndoa pode substituir perfeitamente o azeite de oliva. Entretanto, após comparação de dados de literatura da composição desses dois óleos, foi possível verificar uma maior semelhança entre o azeite de oliva e o óleo de polpa, no que se

refere ao percentual de saturação e a composição dos ácidos graxos em maior quantidade. Na Tabela 6, estão apresentadas as composições dos óleos contidos em três tipos de azeite de oliva. A semelhança entre os óleos de polpa e o azeite de oliva tipo C está apresentada na Tabela 7.

As diferenças entre os três tipos de azeite de oliva referem-se às composições de ácidos graxos em comprovações efetuadas por diferentes autores sobre o azeite de oliva, na Califórnia, Itália e Espanha (Jamieson), Argentina (Cattaneo) e outras regiões (JAOCS) [3].

Tabela 6: Composição percentual dos principais ácidos graxos em três diferentes tipos de azeite de oliva [3].

Ácidos Graxos	Tipo de Azeite		
	A	B	C
Oléico	82,6	71,8	63,8
Palmítico	8,5	12,1	15,2
Linoléico	5,1	10,2	13,6
Saturados	10,6	15,3	18,1
Insaturados	87,7	83,6	79,6

Tabela 7: Comparação entre os ácidos graxos do azeite de oliva, do óleo de polpa e do óleo de amêndoa do fruto Macaúba.

Ácidos Graxos	Óleo		
	Azeite Oliva C	Polpa	Amêndoa
Palmítico	15,2	18,7	5,3
Oléico	63,8	53,4	25,5
Linoléico	13,6	1,5	--
Saturados	15,3	21,5	71,2
Insaturados	83,6	78,5	28,8

## 4. CONCLUSÕES E FUTUROS TRABALHOS

As características de composição dos óleos extraídos da polpa e da amêndoa da macaúba e o seu potencial de aplicação nas indústrias de alimentos, fármacos, cosméticos e de defensivos agrícolas apresentados neste trabalho, fortalecem a tese da necessidade de desenvolvimento de um programa de aproveitamento do fruto da palmeira macaúba, voltado tanto para a área agrícola, como para a área industrial. A palmeira macaúba tem potencial para permitir a implementação de uma nova indústria no setor de agronegócios.

No setor agrícola, a plantação nativa deve ser substituída por uma plantação planejada contendo palmeiras de macaúba, com elevada produtividade de frutos e de óleo nos frutos. No setor industrial, o desenvolvimento de processos de extração limpos e com o total aproveitamento de todas as partes do fruto deve ser buscado.

Adicionalmente, metodologias padrão para a caracterização dos óleos extraídos do fruto devem ser desenvolvidas. Também, pesquisas que objetivam o desenvolvimento de processos de separação dos diferentes constituintes dos óleos podem gerar matérias-primas para a produção de diferentes produtos com valores agregados diferenciados. Isso maximizaria o potencial de aproveitamento desses óleos.

O último ponto a ser destacado está relacionado ao conhecimento do teor vitamínico e de sais minerais contidos nos óleos e em todas as partes do fruto da macaúba. A certificação e quantificação das vitaminas, do tipo A, B, C, E, niacina, e outras, em ambos os óleos requer a realização de pesquisas relativas à caracterização, à separação e à concentração dessas vitaminas. Vale

destacar que as vitaminas do complexo E, tais como o tocoferol e o tocotrienol, possuem bioatividades associadas à mecanismos de ação anti-oxidante, anti-tumor, anti-glicêmica, proteção neurológica e arteriosclerose, potencializando o seu uso nas indústrias de fármacos e de cosméticos. Em síntese, pode-se concluir que o conhecimento dessas características certamente gerará novos potenciais de aproveitamento para o setor industrial.

## 5. REFERÊNCIAS

Gorret, N.; Rosli, S.K.; Oppenheim, S.F.; Willis, L.; Lessard, P. Rha, C. Sinskey, A. (2004). “Bioreactor culture of oil palm (*Elaeis guineensis*) and effects of nitrogen source, inoculum size, and conditioned medium on biomass production”; *Journal of Biotechnology*, 108, 253-363.

Motta, P. E.; Curi, N.; Oliveira-Filho, A.T.; Gomes, J.B.V. (2002). “Ocorrência de Macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedagógicos e vegetacionais”, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 37, n. 7.

Rettore, R.P.; Martins, H. (1983) “Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: Estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais”, *Projeto da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC*, Belo Horizonte, vol.1.

Sambanthamurthi, R.; Abrizah, O. ; Umi, Salamah, R. (1996). “A Global Perspective” *Proc. Of International Conference on Oil and Kernel Production in Oil Palm*, p-209-225.

Wandeck, F. A.; Justo, P. G. (1988). “A macaúba, fonte energética e insumo

industrial: sua significação econômica no Brasil”. *In: Simpósio Sobre o Cerrado, Savanas*, 6., Brasília. Anais.. Planaltina: Embrapa-CPAC, . p. 541-577.

[1] <http://www.cocalbrasil.com.br>

[2] <http://www.scielo.br/>

[3] <http://www.aboissa.com.br>

[4] Enciclopédia Exitus de Ciência e Tecnologia, 7ed. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil, 1982. vol. 6, p.142-143.

[5]<http://www.aloeforeverbrasil.com.br/>

[6] Scifinder Scholar; American Chemical Society, Versão 2004.2

[7]<http://www.copacabanarunners.net/fat.html>

[8]<http://www.coodetec.com.br/sojasaude/acidos-graxos.htm>

## 6. AGRADECIMENTOS

- À Cocal Óleos Especiais Ltda.
- Ao Departamento de Engenharia Química da UFMG.