



## EXTRAÇÃO, NEUTRALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS ÓLEOS DO FRUTO DA MACAÚBA (*Acrocomia Aculeata*)

T. V. PIMENTA<sup>1</sup>, M. H. CANO ANDRADE<sup>1</sup> e R. ANTONIASSI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Química

<sup>2</sup> CTAA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

E-mail para contato: cano@deq.com.br

**RESUMO** – Neste trabalho são propostas metodologias de coleta, higienização, separação e armazenamento das partes do fruto da palmeira Macaúba, seguido da avaliação do processo de extração do óleo da polpa em prensa do tipo radial tubular, visando a obtenção de óleos com qualidade para uso alimentício. Foi realizada a caracterização dos óleos da polpa e amêndoa, quanto aos parâmetros de qualidade, estrutura lipídica e características de fusão. Foram realizados ensaios de neutralização do óleo da polpa visando diminuir o índice de acidez. A metodologia de preparo e extração do óleo da polpa proposta mostrou-se eficiente resultando em menor percentual de óleo na torta, comparativamente aos obtidos pelo setor industrial: foram produzidos óleos com qualidade para fabricação de produtos alimentícios, com baixos índices de acidez, peróxidos, fosfolipídeos e teor de água. O índice de estabilidade oxidativa (OSI) e teor de carotenóides do óleo da polpa não foram elevados. O óleo da polpa foi predominantemente composto por ácido oleico e o da amêndoa por ácido láurico. Com as metodologias de neutralização aplicadas, a acidez do óleo da polpa caiu de 1,1% para 0,3%, sendo que o processo a 60°C/15 minutos, com 30% em excesso de solução de soda resultou em um maior rendimento e valor de OSI no óleo. O emprego de tecnologias de modificação de lipídeos, tais como mistura, hidrogenação e fracionamento pode ampliar a aplicação industrial desses óleos.

### 1. INTRODUÇÃO

A Macaúba é uma palmeira, gênero *Acrocomia*, família *Palmae*, sendo cerca de 25 espécies distribuídas em vários países da América Central e do Sul. No Brasil, se encontra em maior abundância em Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, com palmeiras contendo de quatro a nove cachos com até 800 frutos cada cacho (CHUBA *et al.*, 2008). Os frutos são oleaginosos com teor de óleo na faixa de 50-60% em base seca e 20-25% em base úmida (frutos frescos), com potencial de produtividade de até 6000 kg de óleo por hectare (RETTORE & MARTINS, 1983). Assim, a palmeira Macaúba se introduz como uma promissora fonte de óleos vegetais para os setores de produção de energia, alimentos, cosméticos e fármacos (CANO ANDRADE *et al.*, 2006).

O fruto da Macaúba é constituído por quatro partes: casca externa, polpa, endocarpo e amêndoa. Denomina-se castanha as partes endocarpo e amêndoa. Da polpa e da amêndoa se obtém dois tipos diferenciados de óleo, o óleo da polpa com perfil graxo insaturado e o óleo da amêndoa com perfil graxo saturado. No Brasil, os procedimentos para a obtenção desses



óleos ainda não estão tecnicamente dominados, resultando em óleos com baixa qualidade, restringindo o uso em todos os setores de aplicação. Nesse contexto é importante estabelecer procedimentos adequados de manuseio e tratamento dos frutos, bem como dos processos de extração e refino dos óleos. Os principais objetivos devem ser a eficiência de extração e a obtenção de óleos com baixa acidez. Destaca-se que, a cultura da Macaúba é uma importante fonte de renda para comunidades carentes do Norte de Minas Gerais, portanto a estabelecimento de procedimentos adequados tecnicamente, mas de fácil operação e baixo custo proporciona viabilidade para a instalação de unidades sustentáveis sob os pontos de vista social, econômico e ambiental. As tortas residuais da extração têm mercado na produção de farinhas alimentícias ou rações animais e o endocarpo tem potencial para a produção de carvão vegetal e carvão ativado (SILVA, 2010) (SILVA & ANDRADE, 2011).

O principal problema na produção dos óleos está relacionado com a qualidade do óleo da polpa, em função do índice de acidez. A polpa do fruto, por apresentar teor de água elevado e ser passível de atividade enzimática, favorece a hidrólise dos triacilgliceróis liberando ácidos graxos (RETTORRE & MARTINS, 1983). Assim, sugere-se a esterilização para inativar essas enzimas antes do armazenamento dos frutos ou a coleta e o processamento imediatamente após a queda dos frutos. Nesse caso, tem-se o processamento de frutos frescos. Os óleos da amêndoa, estão, a princípio, preservados pelo endocarpo do fruto.

A neutralização dos ácidos graxos livres é uma das etapas do refino de óleos vegetais. Consiste na adição de uma solução alcalina, geralmente de hidróxido de sódio, ao óleo bruto, que promove uma série de reações químicas e processos físicos. O álcali reage com os ácidos graxos livres formando sabões; os fosfolipídeos e gomas absorvem o álcali e são coagulados através de hidratação; os compostos coloridos são degradados, absorvidos pelas gomas e solubilizados em água. Com aquecimento e tempo, o excesso de solução cáustica pode levar a saponificação do óleo neutro. Nesses processos, a concentração da solução de NaOH, tempo de mistura, temperatura e a quantidade de excesso cáustico são fatores importantes para sua eficiência e efetividade (O'BRIEN, 2009).

Contribuindo para viabilizar a cultura da Macaúba como um novo setor do agronegócio brasileiro, os objetivos deste trabalho compreendem o desenvolvimento de metodologias de coleta, higienização, separação e armazenamento das partes do fruto, seguido do processo de extração a frio dos óleos da polpa e amêndoa. Ainda, de forma a ampliar o uso desse óleo pelo setor industrial, são apresentados resultados da caracterização dos óleos brutos de polpa e amêndoa quanto a parâmetros de qualidade, estrutura lipídica e características de fusão. Também, é apresentado resultados de ensaios de neutralização do óleo da polpa visando obter óleo refinado com nível de acidez ao uso alimentício

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A primeira Fase do trabalho consistiu no tratamento dado ao fruto desde a coleta até o preparo para extração. A metodologia incluiu o desenvolvimento de procedimentos para a coleta, higienização, separação das partes e armazenamento em freezer. Posteriormente, as partes polpa e amêndoa foram submetidas a processos para diminuição da granulometria e umidade do fruto.



A segunda Fase do trabalho consistiu na extração dos óleos de ambas as partes, primeiro da polpa e depois da amêndoa. Na extração a frio foi utilizada prensa mecânica contínua (*expeller*), Scott Tech modelo ERT 60, cedida pela BIOMINAS/unidade de Itaúna (MG).

As metodologias analíticas de caracterização das partes do fruto e produtos foram:

- (i) Determinação do teor de água (m/m) na polpa, amêndoa e em ambas as tortas: metodologia estabelecida pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008), método 012/V;
- (ii) Determinação do teor de óleo (m/m, base seca) na polpa, amêndoa e em ambas as tortas: metodologia Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008), método 032/IV;
- (iii) Determinação do perfil de ácidos graxos dos óleos da polpa e da amêndoa: metodologia de preparo de HARTMAN & LAGO (1973) e cromatografia gasosa;
- (iv) Determinação do índice de acidez - ácidos graxos livres (g/100 g de ácido oleico): método Ca 5a 40, metodologia AOCS (2009);
- (v) Índice de peróxidos (meq O<sub>2</sub>/kg): método Cd 8 53, metodologia AOCS (2009);
- (vi) Índice de estabilidade oxidativa: método Cd 12b 92, metodologia AOCS (2009); Equipamento Rancimat (Metrohm 679): 5 g.; T = 110°C e fluxo de ar de 10 L/h;
- (vii) Índice de iodo calculado (g I<sub>2</sub>/100g lipid): método Cd 1c 85, met. AOCS (2009);
- (viii) Índice de saponificação (mg KOH/g lipid): método Cd 3a 94, met. AOCS (2009);
- (ix) Carotenóides totais (mg/kg): obtidos por espectrofotometria (DAVIES; 1976);
- (x) Fósforo e ferro: mineralização, método 990.24; quantificação, método 990.08. Ambos pela AOAC (2005);
- (xi) Teor de água nos óleos de polpa e de amêndoa: (g/100g): obtida por Karl Fischer, método 967.19, metodologia AOCS (2009);
- (xii) Conteúdo de gordura sólida (SFC): método Cd 16b 93, AOCS (2009);
- (xiii) Ponto de fusão: método Cc3-25, metodologia AOCS (2009).

A terceira fase consistiu na realização de testes de neutralização do óleo de polpa, em diferentes condições operacionais: temperatura; tempo de contato e; uso de NaOH estequiométrico ou em excesso. A metodologia é descrita a seguir.

O óleo da polpa bruto foi pesado, colocado em erlenmeyer e levado à placa de aquecimento e agitação com barra magnética nas diferentes condições. A temperatura da placa de aquecimento foi ajustada usando um béquer de 10 mL com água e medição da temperatura. Para homogeneizar a temperatura do óleo no interior do erlenmeyer, antes da adição da solução de NaOH, foi mantido aquecimento e agitação por 5 minutos.

Para a neutralização, adicionou-se NaOH 1,5 mol/L em diferentes volumes. A concentração da solução corresponde a 8° Bé. O volume estequiométrico de NaOH foi calculado considerando-se a acidez do óleo bruto, que foi de 1,19 g/100g em ácido oleico. A agitação foi interrompida no momento da adição, sendo ligada posteriormente.

Após reação, procedeu-se a centrifugação a 2000 rpm por 15 minutos. O resíduo de sabões ficou no fundo dos tubos, sendo o óleo da superfície transferido para um funil de separação para posterior lavagem. Na lavagem a frio, usou-se água destilada e agitação manual do funil de separação até a mesma ser descartada límpida, quando, então se verificou



o pH da água com fita indicadora: a condição de pH na faixa entre levemente ácido a neutro é a indicação de que não há mais sabões na amostra, podendo o óleo ser levado para secagem.

A secagem do óleo ocorreu em duas etapas de 30 minutos. O óleo foi colocado em kitassato e vedado com rolha de borracha, sendo submetido à agitação, aquecimento a 80°C e vácuo até a evaporação da maior quantidade possível de água. Ao final da evaporação, o óleo foi deixado esfriando sob agitação e vácuo para evitar contato do mesmo com oxigênio.

Os óleos neutralizados foram analisados quanto à acidez, teor de carotenoides e índice de estabilidade oxidativa.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Segue a descrição dos resultados com análise e discussão consubstanciada, em consonância com a sequência metodológica. Destaca-se que os procedimentos a seguir descritos não são os atualmente utilizados nos processos industriais existentes, portanto foram propostos e são resultados deste trabalho.

#### **3.1 - Procedimentos para Obtenção dos Frutos**

Os frutos foram coletados no Campus da UFMG. Para facilitar a coleta, foi instalado um “coletor de frutos da Macaúba” na base de duas palmeiras com elevado número de frutos e cachos. O coletor foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa, sendo a coleta realizada a cada dois dias.

#### **3.2 - Higienização e Armazenamento dos Frutos**

Após a coleta, os frutos foram higienizados efetuando limpeza por lavagem com detergente neutro em água corrente, seguido da sanitização pela imersão dos frutos em solução clorada a 200 ppm por 15 minutos. Após a higienização, os frutos foram secos naturalmente e armazenados sob refrigeração a temperatura de 7°C.

#### **3.3 - Determinações dos Teores de Água e Óleo da Polpa e Amêndoa**

O teor médio de água da polpa dos frutos frescos foi de 49,4% (m/m, b.u.) e o teor médio de óleo de 24,8% (m/m, b.u.). SILVA *et al.* (2008) obtiveram teores de água e óleo de 34,3% (m/m) e 14,93% (m/m), respectivamente, para a polpa do fruto da Macaúba do estado de Goiás. PEREIRA *et al.* (2009) encontraram percentuais (b.u., m/m) de 27,2, 22,9, 19,5 e 25,9 de óleo para polpas de diferentes genótipos de macaúba coletadas no estado de Minas Gerais. Estes resultados mostram a variabilidade destes parâmetros dos frutos desta palmeira. Adicionalmente, deve-se destacar que a umidade é uma variável dependente do tempo de coleta. Em relação à amêndoa, neste trabalho, o teor de água foi de 21,9% (m/m, b.u) e o teor de óleo de 46,1% (m/m, b.u.).



### 3.4 - Preparo da Polpa e Extração do Óleo

Objetivando armazenar e acumular matéria-prima para posterior extração do óleo, este trabalho propôs metodologia, conforme descrito.

O descascamento dos frutos foi realizado por martelo para a quebra do epicarpo, com observância de aderência entre o epicarpo e polpa: usou-se uma faca inox para a retirada dos pedaços aderidos. A literatura cita que o epicarpo se desprende facilmente do mesocarpo maduro. Neste trabalho, a aderência foi atribuída ao uso de frutos frescos, com polpa contendo quantidade de água de até 50%. Pela análise de frutos caídos a longo tempo, confirmou-se a diminuição do teor de água e maior facilidade de separação das partes.

Os frutos foram despulpados com faca inox em fatias de 1 a 2 cm de comprimento. Seguiu-se com a secagem da polpa em estufa, a 60°C por 48h. A polpa foi triturada em liquidificador, armazenada em sacos plásticos e mantido em freezer até a extração.

A prensagem da polpa foi efetuada em três estágios: a farinha da polpa foi prensada por três vezes consecutivas. O teor de óleo residual na torta da polpa foi de 5,47% (m/m,) com rendimento da extração de 81%. O óleo da polpa foi filtrado em sistema de filtração a vácuo, armazenado em frascos âmbar e mantido sob congelamento a -18°C.

### 3.5 Preparo da Amêndoa e Extração do Óleo

Tratamento Térmico da Castanha – Em função da aderência da amêndoa ao endocarpo, visando facilitar a retirada da amêndoa, a fase preliminar consistiu na realização de um tratamento térmico na castanha, realizado com injeção de vapor direto, usando equipamento doméstico de cozimento a vapor, por 15 minutos, marcado a partir da saída de vapores. Na Tabela 1, encontram-se os valores médios do teor de água inicial da amêndoa *in natura* e após o tratamento térmico com vapor: os resultados mostram que não houve a incorporação de água no tratamento com vapor direto. Constatou-se que a amêndoa se desprendia facilmente da parede do endocarpo. Esses resultados sugerem a eficácia no uso industrial de autoclave.

Tabela 1. Teor de água na amêndoa *in natura* e após tratamento térmico com vapor

<i>Amêndoa</i>	<i>Teor de água (m/m, b.u.)</i>
<i>In natura</i>	21.9
Vapor direto	20.45

Quebra da Castanha - Após o tratamento térmico, foram testados métodos para quebra da castanha em escala laboratorial. Nos primeiros testes foram utilizados equipamentos semelhantes aos industriais: moinho de facas e britador de mandíbulas. Os resultados apontaram que ambos os aparatos disponíveis não eram ideais por serem superdimensionados para o tamanho da castanha. Assim, a solução encontrada foi o uso de marreta, cuja potência dos golpes quebrou a castanha, propiciando a separação das partes endocarpo e amêndoa.

Preparo para Extração e Prensagem - Para o processo de prensagem da amêndoa, três formas de preparo foram testadas. O primeiro foi realizado com a amêndoa na forma obtida

após a quebra da castanha, inteira ou pela metade; o segundo com a amêndoa triturada, em granulometria intermediária e; o terceiro com a amêndoa triturada e seca. Os três métodos se mostraram ineficientes por resultarem em elevado percentual de óleo residual na torta e baixa eficiência de prensagem, conforme resultados apresentados na Tabela 2.

No primeiro teste observou-se que as amêndoas ao seguirem pelo eixo helicoidal, com diâmetro decrescente, sofriam trituração e retornavam pelo eixo para o trecho de alimentação. Foi utilizado um objeto para pressionar as amêndoas na alimentação, evitando esse retorno e propiciando a extração do óleo e saída da torta, porém logo o processo foi interrompido por retenção de material. O segundo teste foi o mais adequado: ocorreu a saída contínua do material pelo trecho de descarga e o óleo foi extraído. O último método de preparo, amostra seca e triturada, mostrou-se falho: durante a prensagem, a torta preenchia o trecho de descarga da prensa impedindo a saída contínua do material, entupimento atribuído ao baixo teor de água. Esses resultados indicam a necessidade de realização de novos testes considerando os parâmetros granulometria e umidade da amêndoa.

Tabela 2. Teor de óleo residual e eficiência da prensagem

Preparo da amêndoa	Teor de óleo residual (% m/m) na torta após prensagem	Rendimento da prensagem (%)
Amêndoa inteira/quebrada	27,3	54,5
Amêndoa triturada	22,7	62,1

Na sequência, o óleo da amêndoa foi filtrado a vácuo para a remoção de sólidos. Para manutenção da qualidade, o óleo foi armazenado em frascos âmbar e refrigerado a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Caracterização dos Óleos Brutos da Polpa e Amêndoa da Macaúba- Na Tabela 3, é mostrada a composição em ácidos graxos do óleo da polpa e amêndoa. O óleo da polpa é predominantemente composto por ácidos graxos insaturados, dos quais, o principal é o ácido oleico. Destaca-se a presença de ácidos graxos essenciais, linoleico e linolênico, 8,8% e 0,8%, respectivamente. O principal ácido graxo saturado é o palmítico. No óleo da amêndoa há a predominância de ácidos graxos de cadeia curta e média, sendo predominantemente constituído por ácidos graxos saturados, com maior percentual de ácido láurico. Em relação aos insaturados, prevalece o ácido oleico.

O índice de acidez do óleo da polpa foi de 1,19 g/100g em ácido oleico (Tabela 4), um dos menores valores encontrados na literatura para esse óleo. A acidez do óleo da amêndoa foi de 0,27g/100g em ácido oleico. Em relação ao índice de peróxidos, os baixos valores encontrados para os óleos da polpa e amêndoa são indicativos de óleos de boa qualidade. Quanto ao índice de iodo, os valores foram de 78,46 e 31,08, respectivamente, para os óleos da polpa e amêndoa. O índice de saponificação foi de 193,57 e 229,25 respectivamente, para os óleos da polpa e amêndoa. Os teores de água encontrados nos óleos do fruto da macaúba submetidos aos procedimentos descritos foram baixos. Baixas quantidades são importantes para evitar a hidrólise dos triglicerídeos e a consequente elevação da acidez.



Tabela 3 – Perfil de Ácidos Graxos nos Óleos da Polpa e da Amêndoa

Ácidos	Óleo da Polpa	Óleo da Amêndoa
C8:0 (caprílico)	-	4.15
C10:0 (cáprico)	-	4.22
C12:0 (láurico)	-	41.42
C13:0	-	0.03
C14:0 (mirístico)	0.03	7.98
C16:0 (palmítico)	16.51	5.98
C16:1 (palmitoléico)	2.92	-
C17:0 (margarnico)	0.05	-
C17:1 (miristoléico)	0.08	-
C18:0 (esteárico)	2.89	3.38
C18:1 (oléico)	67.67	29.22
C18:2 (linoléico)	8.82	3.43
C18:3 (linolênico)	0.81	-
C20:0 (araquídico)	0.16	0.14
Saturado	19.64	67.30
Insaturado	80.35	32.65
Total	99.99	99.95

Tabela 4 – Caracterização dos Óleos da Polpa e da Amêndoa.

Parâmetros	Óleo da Polpa	Óleo da Amêndoa
Ácidos graxos Livre (g/100g em ac. oléico)	1.19	0.27
Índice de Peroxide (meq O <sub>2</sub> /kg)	3.83	0
Índice de Iodo (g I <sub>2</sub> /100g lipid)	78.46	31.08
Índice de Saponificação (mg KOH/g lipídeo)	193.57	229.25
Teor de Água (g/100g)	0.095	0.096
Ponto de Fusão (°C)	-	22
Estabilidade Oxidativa (h)	9.5	> 34
Carotenóides Total (mg/kg)	94.95	-
Fósforo (mg/kg)	27.9	0
Ferro (mg/kg)	0	0

O ponto de fusão do óleo da polpa não foi detectado pela metodologia usada. A presença de ácidos graxos saturados de baixa massa molecular confere características de fusão próximas à temperatura ambiente, como ocorreu com a amostra de óleo de amêndoa que apresentou ponto de fusão de 22°C.

Em relação ao índice de estabilidade oxidativa, o valor para o óleo da polpa foi de 9,5h, valor baixo, considerando o maior percentual de ácidos graxo monoinsaturado. O baixo valor pode ser atribuído à ausência de antioxidantes naturais, a acidez presente ou aos procedimentos agressivos a que foram submetidos à polpa nas etapas de secagem e prensagem do óleo. APARICIO *et al.* (1999), obtiveram valores médios de 45,41h e 77,43h



para óleos de oliva virgem. Para o óleo da amêndoa, o valor foi maior que 34 horas. É esperada uma alta estabilidade para esta matriz, considerando-se sua composição em ácidos graxos e ausência de oxidação do óleo.

O teor de carotenoides para o óleo da polpa foi de 94,95 mg/kg. Esse resultado é inferior àqueles obtidos por PEREIRA *et al.* (2009) que foram de 117, 120, 173, 283 mg/kg. Em relação ao teor de fósforo, que representa os fosfolipídios, os valores encontrados para o óleo da polpa e amêndoa foram baixos (27,9 e 0,0 ppm, respectivamente), semelhantes a óleos de outras palmeiras. Não foi detectado, na amostra de ambos os óleos, o mineral ferro. A quantificação desse elemento químico é importante, pois o ferro atua como catalisador em reações de oxidação.

Na Figura 1, são mostradas as características de fusão dos óleos da polpa e da amêndoa. Para o óleo da polpa, a 10°C apenas 1,25% dos triacilgliceróis encontram-se no estado sólido e em 15°C este valor é de 1,18%. A 20°C o óleo encontra-se totalmente líquido. Para o óleo da amêndoa, se observa a fusão completa a 25°C, sendo que a 10°C o teor de sólidos é de 49%.

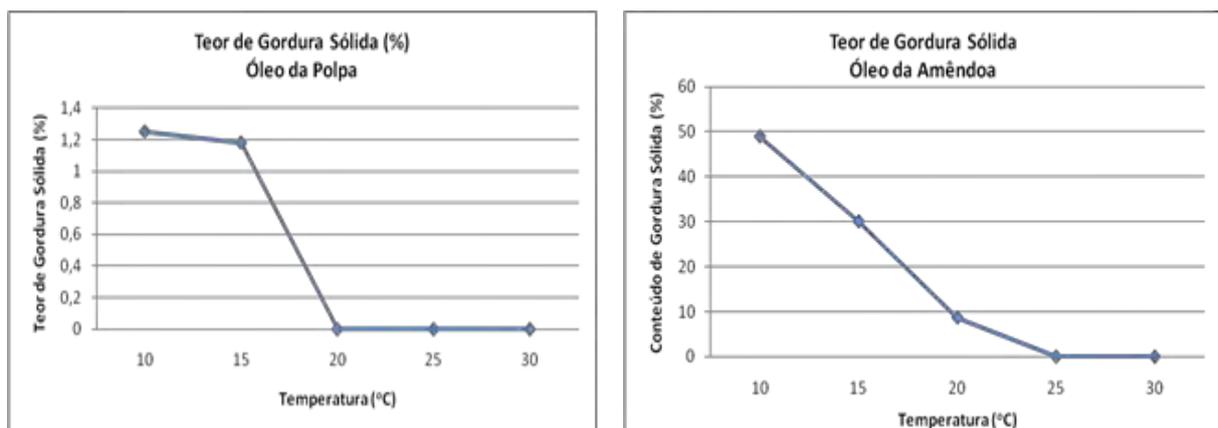


Figura 1: Conteúdo de Gordura Sólida dos Óleos de Polpa e Amêndoa

Neutralização do Óleo de Polpa- Na Tabela 5 são apresentadas as condições operacionais dos ensaios de neutralização, sendo os resultados apresentados na Tabela 6. O percentual de acidez dos óleos refinados variou de 0,30 a 0,38 g/100g em ácido oleico, diferença não significativa em função dos erros experimentais da metodologia. Assim, pode-se concluir que nas condições realizadas, os parâmetros excesso de base, tempo de contato e temperatura do processo não influenciaram na acidez final do óleo. O procedimento utilizado indica que é provável que não se consiga reduzir a acidez abaixo de 0,3%. Estudos devem ser realizados buscando principalmente o aumento do tempo de contato em detrimento do aumento da quantidade e concentração de NaOH, uma vez que aumentar a quantidade de NaOH poderá implicar em maior saponificação dos triacilgliceróis e maiores perdas.

Quanto aos carotenoides não foi possível chegar a uma relação entre tempo, temperatura de processo e quantidade de NaOH com a diminuição do teor de carotenoides no óleo refinado: esperava-se que o aumento de temperatura e o excesso de solução diminuísse a quantidade de carotenos. A conclusão preliminar indica que o processo de secagem do óleo pode ser o fator determinante na perda desse composto.



Tabela 5. Condições operacionais dos testes de neutralização do óleo bruto da polpa

$T(^{\circ}C)$	Excesso de NaOH	Tempo de Contato (min)	Volume de NaOH (mL)*	Massa Inicial de óleol (g)	Rendimento (%)
60	0%	15	2.8	100	88.8
80	0%	5	2.8	100	85.1
60	30%	15	3.7	100	90.8
80	30%	5	3.7	100	88.6

\* Solução de NaOH -1,5 mol/L

Tabela 6 – Efeito do Processo de Neutralização no Óleo de Polpa Refinado.

Neutralização	AGL	Carotenoides Total	OSI (h)
60°C/15 min sem excesso	0.38	74.5	5.99
80°C/5 min sem excesso	0.32	66.9	4.12
60°C/15 min excesso de 30%	0.30	72.8	7.13
80°C/5 min excesso de 30%	0.32	79.7	6.94

O índice de estabilidade oxidativa (OSI) dos óleos neutralizados foi menor do que o óleo bruto (9,5h), como esperado, devido aos processos agressivos sofridos pelo óleo durante as etapas de neutralização e secagem. O OSI foi superior para os ensaios com excesso de NaOH, indicativo de uma maior remoção de compostos que reduzem a estabilidade oxidativa, como metais, fosfolipídios não hidratáveis entre outros. Quanto à temperatura é esperado que o seu aumento reduza a estabilidade, o que pode ser observado para os tratamentos sem excesso de NaOH, porém nos ensaios com excesso os valores foram próximos. O processo de refino a 80°C sem excesso de solução apresentou menor quantidade de carotenos e OSI mais baixo, quando comparado aos demais processos. Os carotenos poderiam conferir maior estabilidade oxidativa ao óleo, porém mais testes devem ser realizados para confirmar tal tendência.

#### 4. CONCLUSÕES

O preparo da polpa da Macaúba para extração do óleo foi satisfatório, resultando em baixo teor de óleo residual na torta, enquanto que o preparo da amêndoa não se mostrou adequado, sendo necessários mais estudos para aumentar o rendimento da extração. O índice de acidez do óleo da polpa ficou próximo de 0,3% utilizando as variáveis operacionais do processo de neutralização. É possível obter óleos com qualidade alimentícia a partir dos frutos da palmeira Macaúba, desde que sejam processados frutos frescos em estágio de maturação adequado. Dentre os diversos óleos vegetais disponíveis no mercado, o perfil de ácidos graxos do óleo da polpa se assemelha mais ao óleo de oliva, enquanto que o óleo da amêndoa apresenta características semelhantes a outros óleos láuricos, como palmiste, coco e babaçu.

**Agradecimento** à FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

## 5. REFERÊNCIAS

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, (2005). *Official Method of Analysis*. 18 ed. Washington, DC, USA.

AOCS – AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY (2009). *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society*. Champaign.

APARICIO, R.; RODA, L.; ALBI, M.A.; GUTIÉRREZ, F. (1999). Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by rancimat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47 (10). p. 4150-4155, 1999.

BERNARDINI, E. (1983). Oils and fats processing. In: *Oilseeds, oils, fats*. v.2. Publishing House, cap 3, p.101-133.

CAÑO ANDRADE, M.H. / ANDRADE, M.H.C. ; VIEIRA, A. S. ; AGUIAR, H. F. ; CHAVES, J. F. N. ; NEVES, R.M.P.S. ; MIRANDA, T. L S; SALUM, A. . Óleo do Fruto da Palmeira Macaúba Parte I: Uma Aplicação Potencial Para Indústrias de Alimentos, Fármacos e Cósmeticos. *Anais do II ENBTEQ - Encontro Brasileiro sobre Tecnologia na Indústria Química*. São Paulo : ABEQ, 2006. v. 1.

CHUBA, C. A. M.; MACHADO, M. A. G. T. C.; SANTOS, W. L.; ARGANDOÑA, E. J. S. (2008). *Biometric parameters of the Fruit Bunches and Bocaiúva*. In: 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, Brazil (In portuguese).

DAVIES, B.H. 1976. Carotenoids. In: Goodwin, T.W. (Ed.), *Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments*, Vol. 2. Academic Press, London, p. 38–165.

HARTMAN, L., LAGO R.C.A (1973). Rapid preparation of fatty acid methyl esters. *Laboratory Practice*, v.22, n.8, p.175-176.

INSTITUTO ADOLF LUTZ (2008). *Métodos físico-químicos para análises de alimentos*. 4 ed. 1ª Edição digital. São Paulo. 1020p.

PEREIRA, L. M.; ANTONIASSI, R.; MESQUITA, D.L.; JUNQUEIRA, N.T. V.; CARGNIN, A. (2009). Rendimento em óleo e carotenóides de macaúba (*Acrocomia acculeata*). In: *32a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2009, Fortaleza. Anais... 32a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*.

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

SILVA, I. C. C.; PONTES, F. S. COURI, S. ARAUJO, M. M.; FREITAS, S. P. (2008). Extração combinada do óleo de macaúba: Tecnologia enzimática e prensagem hidráulica. In: *V Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel*, 2008, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, p. 1240-1250.

SILVA, G.C.; ANDRADE, M.H.C. (2011) Development and Simulation of a New Oil Extraction Process from fruit of macauba Palm Tree. *J.of Food Process Engineering*, 1, no-no.

Silva, G. C. R. (2010). *Industrial process oils extraction of the fruit of Macauba: Proposing Route, Simulation and Analysis of Economic feasibility*. M.Sc. Thesis, p.204, (In Portuguese), Belo Horizonte, UFMG.