



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 II: PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO

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

Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Minas Gerais;

e-mail: cano@deq.ufmg

RESUMO – No Brasil, a palmeira Macaúba é uma planta nativa encontrada mais abundantemente nos Estados de Minas Gerais e Goiás, sendo passível de cultivo nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, e Estados do Nordeste. O potencial de aproveitamento do fruto da Macaúba tem sido destacado na literatura, estando centrado na alta qualidade e produtividade em óleo. Qualitativamente, o óleo extraído do fruto contém componentes com potencial de utilização nas indústrias de alimentos, de fármacos e de cosméticos, além da possível destinação energética para a produção de biodiesel. Quantitativamente, a produtividade agrícola em óleo apresenta um dos maiores índices (4.000-6.000 kg/ha) quando comparado com outras oleaginosas (soja: 375 kg/ha, mamona: 1.188 kg/ha). Adicionalmente, destaca-se que, em base úmida, o fruto no ideal de colheita possui cerca de 20-25% em peso de óleo. Apesar das características citadas, o aproveitamento desse fruto é quase que inexistente, residindo na produção de subsistência de produtores rurais e indústrias de pequeno porte, cujos processos reproduzem o processo rural. Como resultado, o produto final tem sido destinado para a indústria de sabões e detergentes, com o desperdício do potencial econômico de sua aplicação. Nesse sentido, este trabalho contribui com a apresentação de uma alternativa de processamento limpa, para extração do óleo de Macaúba, objetivando a obtenção de um produto não contaminado e com graus de acidez e pureza adequados para utilização em indústrias alimentícias e farmacológicas. O trabalho proposto inclui a descrição das características do produto na colheita e seu tratamento prévio ao processamento; a identificação de equipamentos industriais disponíveis no mercado brasileiro; a definição da rota de processamento e o diagrama de blocos do processo com balanços de massa e energia. Outras características são a obtenção de um percentual mínimo de perda de óleo e sugestões para o total aproveitamento das partes do fruto.

PALAVRAS-CHAVE: macaúba, óleo vegetal, extração de óleo

ABSTRACT – In Brazil, Macaúba Palm is a native plant found more abundantly in the states of Minas Gerais and Goiás, however could be cultivated in the states of São Paulo, Rio de Janeiro, and in the Northeastern states. The literature has been highlighting the use potential of Macaúba's fruit, being centered in the oil's high quality and agrarian yield. Considering the quality aspects, the extracted oil of its fruit contains components that could be the raw material for foods, pharmaceuticals and cosmetics industries and also could be used for energy purposes with the biodiesel production. About quantitative aspects, the agricultural yield of oil production is one of the largest (4000-6000 kg/ha) when compared with other oleaginous ones (soy: 375 kg/ha, mamona: 1188 kg/ha). Additionally, it should be highlighted that in wet base the ripe fruit contains about 20-25% in oil weight. In spite of these mentioned

characteristics, the use of this fruit for industrial purposes is under its real potential, being based in the subsistence agriculture and in small industrial processing, which reproduce the rural process. As result, the final products have been destined for industries of soaps and detergents, with the waste of the economical potential of its application. In this sense, this work contributes with the presentation of a clean processing alternative for the Macaúba's oil extraction, with the objective of obtaining a clean product with appropriate degree of acidity and purity for use in industries of food and pharmaceutical. The proposed process includes the description of the product's characteristics in the crop and its previous treatment to the processing; the identification of available industrial equipments in the Brazilian market; the definition of the processing route and the block diagram of the process with the mass and energy balance. Other characteristics are the obtaining of a minimum percentage of oil loss and suggestions for the total use of all parts of the fruit.

1. INTRODUÇÃO

A Macaúba é uma planta pertencente à família da Palmae, gênero *Acrocomia*, que se desenvolve bem nos solos de cerrado, aparecendo 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). A frutificação da Macaúba ocorre após 4 ou 5 anos de idade e o rendimento de produção de frutos está associad com a fertilidade e/ou condições de adubação do solo, variando de quatro até dez cachos, com cada cacho produzindo cerca de 12 a 15 kg de frutos. Além disso, em uma área de um hectare podem ser plantadas cerca de 200 palmeiras (Rettore & Martins, 1983). Com esse índice, a produtividade de cocos pode chegar a 30 toneladas por hectare por ano.

Os frutos da palmeira macaúba apresentam grande potencial para a produção de óleo, com vasta aplicação nos setores industriais e energéticos. O fruto maduro é constituído de um epicarpo duro (casca externa), de um mesocarpo oleoso e fibroso (polpa), de um endocarpo duro (castanha) e de uma ou duas amêndoas oleosas na região mais interna. Em valores médios, os frutos maduros no ponto de colheita pesam cerca de 50 gramas e contêm cerca de 22% m/m de óleo (Rettore & Martins, 1983). Com os

dados descritos, tem-se um patamar de produção de 6.600 kg de óleo por hectare. O alcance dessa produtividade seria o maior índice a ser obtido entre todas as palmeiras brasileiras. Atualmente, as plantações existentes são naturais, não planejadas e não adubadas, sendo que a literatura apresenta um índice de produtividade de óleo que varia de 3.775-5.000 kg/ha (Rettore & Martins, 1983), (Faupel & Kurki, 2002). Esse índice é vantajoso quando comparado aos índices de produtividade agrícola de outras oleaginosas: 1.188 kg/ha para a mamona, 375 kg/ha para a soja e, adicionalmente, pode ser competitivo quando comparado com a produtividade do óleo de palma, 5.000kg/ha (Faupel & Kurki, 2002).

Sob o ponto de vista qualitativo, as vantagens estão associadas aos potenciais de aplicação dos óleos extraídos do fruto da macaúba em indústrias alimentícias, de cosméticos, de fármacos e de energia (Vieira & outros, 2005). Adicionalmente ao potencial de lucratividade advindo da comercialização do óleo, o aproveitamento integral dos subprodutos é um fator que agrega valor e caracteriza o processo industrial de aproveitamento do fruto da macaúba como um processo com nível de utilização da matéria-prima de 100%. Esses subprodutos são: a torta ou o farelo resultante da separação das fibras do fruto, que possui alto teor de proteína e pode ser empregada como componente na produção de ração animal balanceada; e a castanha interna, que, por possuir um alto poder

calorífico, pode ser destinada à produção de carvão vegetal, a ser utilizado em caldeiras ou na produção de coque metalúrgico (Rettore & Martins, 1983).

Apesar da potencialidade, o aproveitamento dessa cultura tem ocorrido de forma extrativista por produtores rurais no estado de Minas Gerais e, mais recentemente, no ano de 2004, pelo início das atividades de uma fábrica localizada no estado de Minas Gerais. Nesses processos, o óleo de macaúba tem sido destinado à indústria de sabões, sendo que os percentuais de perda de óleo têm sido superiores a 10%. Assim, o desenvolvimento de um processo otimizado, com foco na minimização de perdas e de consumo energético, na operação adequada e na produção isenta de contaminação, é o caminho para viabilizar investimentos maiores voltados à obtenção de um produto final, com características compatíveis para o aproveitamento dos mais nobres potenciais de uso deste óleo.

Neste trabalho é proposta uma alternativa de processamento para a extração do óleo do fruto da macaúba. Este objetiva uma melhoria na eficiência e a utilização de tecnologia limpa, viabilizando o uso do óleo extraído para a utilização em indústrias produtivas de bens de consumo de valor agregado médio a alto, tais como indústrias de alimentos, de cosméticos e de fármacos. Assim, apresentam-se os procedimentos prévios de tratamento da matéria-prima, a rota de processamento contendo equipamentos disponíveis no mercado nacional e o diagrama de blocos do processo com os balanços de massa e energia. Como um objetivo mais global, este trabalho pretendeu focar a atenção para as possibilidades de uso do fruto da palmeira Macaúba.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada englobou as seguintes fases: levantamento de literatura, pesquisa de equipamentos junto a fabricantes nacionais, geração da rota de processamento e elaboração do fluxograma de processo.

A fase de levantamento de literatura forneceu os dados necessários à caracterização das partes do fruto da macaúba (casca, polpa, castanha e amêndoa), incluindo propriedades físico-químicas, massa, composição, percentuais de óleo, outras.

A partir do conhecimento das partes do fruto, foi gerada uma rota prévia de processamento, com as características das correntes que entram e saem dos equipamentos. Com essas informações, foi efetuada consulta junto ao mercado nacional dos possíveis equipamentos para as diversas funções. Com as respostas dos fabricantes, incluindo os dados de projeto e eficiência de separação fornecidos, a rota proposta foi consolidada. Simultaneamente, foram elaborados os balanços mássicos e energéticos do processo com a geração do fluxograma do processo proposto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Descrição do Processo de Extração do Óleo do Fruto da Macaúba

A rota de processamento proposta tem como principal característica a manutenção do fruto, de suas partes e dos produtos extraídos em condições adequadas e em conformidade com o grau asséptico requerido por indústrias de alimentos. O processamento industrial a ser descrito é

constituído das etapas de captação do fruto, separação das partes e posterior extração dos óleos da polpa e da amêndoa.

A descrição do processo contém os principais dados quantitativos e equipamentos, os quais podem ser identificados no Diagrama de Blocos do Processo, apresentado na Figura 1. Como base de cálculo considerou-se o processamento de 1.000 kg/hora de fruto fresco e a operação na temperatura ambiente de 30°C.

3.1.1. Coleta, Transporte, Seleção e Armazenagem dos Frutos

A frutificação da macaúba ocorre em cachos com cerca de 10 a 12 kg. O ponto ideal de maturação para a colheita ocorre quando os primeiros frutos se desprendem dos cachos e caem ao solo. Ressalte-se que os frutos caídos ao solo tendem a apresentar uma contaminação por flora microbiana variada que atinge a polpa tanto pela ruptura na queda como pelo pedúnculo do coco. Essa flora, representada em grande parte por fungos (Linardi & Nocoli, 1983), contém microorganismos lipolíticos que atuam sobre a mistura de glicerídeos da polpa, hidrolisando-os a ácidos graxos e, conseqüentemente, aumentando o teor de acidez do óleo da polpa. Por essa razão, o processo industrial proposto utiliza somente os frutos coletados pela retirada dos cachos da palmeira, no ponto ideal de maturação. Adicionalmente, de forma a impedir a atividade microbiana durante o transporte dos cachos do campo para a área de produção, sugere-se que os cachos sejam submetidos a uma aspersão com solução de formol 1% m/m (Rettore & Martins, 1983).

Na indústria, os frutos são prontamente retirados dos cachos, por meio manual com cuidados assépticos ou por máquinas

apropriadas, sendo depositados em uma esteira rolante onde passarão pelos processos de seleção para retirada de sólidos e eventuais frutos deteriorados, uma segunda lavagem por aspersão de formol diluído 1% m/m e armazenamento em locais arejados, porém secos. Estudos anteriores comprovaram a eficiência de conservação dos frutos tratados, conforme descrito, por um período de vinte e oito dias (Rettore & Martins, 1983).

3.1.2. Separação das Partes do Fruto

A primeira etapa do processamento constitui-se da quebra dos cocos e da separação em duas partes principais. A primeira, a mistura casca externa-polpa representa 74,0% da massa de frutos. A segunda, a castanha contendo a amêndoa, corresponde aos 26,0% restantes. Essa separação é efetuada em equipamentos denominados despoldadeira. Na seqüência, têm-se duas etapas distintas de processo, que promoverão a extração dos óleos de polpa e de amêndoa, respectivamente.

3.1.3. O Processo de Extração do Óleo da Polpa

Proveniente da despoldadeira, a mistura casca-polpa segue de forma contínua, por meio de correia transportadora para o Cozinhador. Esse equipamento tem como função homogeneizar a mistura e elevar a sua temperatura de forma a propiciar a liberação de partículas de óleo interiorizadas na polpa, facilitando a etapa posterior de extração. No processo proposto, prevê-se a elevação da temperatura da mistura da condição ambiente, assumida igual a 30°C, para a temperatura de 50°C, escolhida de forma a evitar a desnaturação das vitaminas presentes no óleo. No cozinhador, o aquecimento ocorre pelo uso indireto de

vapor, sendo esta a única etapa de consumo de energia térmica no processo industrial. Dependendo do porte, a indústria tem como opção a utilização de uma caldeira que gere vapor em condições de temperatura e pressão adequadas para a geração de energia elétrica em turbogeneradores com o aproveitamento do vapor de escape para uso neste equipamento.

A mistura casca-polpa proveniente do cozinhador alimenta a Prensa do tipo Helicoidal, que efetua a extração do óleo. Com a prensagem, obtêm-se duas correntes denominadas extrato - corrente rica em óleo; e torta - corrente rica em fibra. A eficiência de separação considerada foi de 90% de extração do material fibroso contido na alimentação. A torta, ou o material sólido, rico em fibra, é direcionado ao Misturador, cuja função é promover a mistura das correntes fibrosas de todo o processo, para posterior destinação.

A corrente rica em óleo na saída da prensa helicoidal alimenta o *Strainer* para uma segunda remoção de fibras. Neste trabalho, considerou-se a remoção de 90% das fibras da corrente de alimentação, direcionando-as ao Misturador.

A corrente fluida oleosa, a saída do *Strainer*, segue para o Decantador, cuja finalidade é a separação da água contida no fruto por diferença de densidade. Assume-se a separação de 100% da água com total isenção de óleo e fibras, cujo destino é uma estação de tratamento.

Do decantador, obtêm-se o óleo clarificado que será encaminhado para o Filtro Separador Centrífugo, cuja função é a eliminação total de materiais sólidos ainda presentes. Esses sólidos são também encaminhados ao Misturador. Nas condições descritas, prevê-se a obtenção de um óleo com nível de purificação próximo

a 100%, que se constitui no produto principal dessa etapa: o Óleo de Polpa.

3.1.4. O Processo de Extração do Óleo da Amêndoa

Proveniente da despoldadeira, a castanha contendo a amêndoa em seu interior é conduzida para um Britador de Martelos, cuja função é quebrar a castanha e expor a amêndoa. Na seqüência, o material quebrado é conduzido ao Separador para a separação das duas partes por meio do uso de um fluido de densidade auxiliar, que promove a flutuação da amêndoa e a decantação do endocarpo. Um sistema de peneiras no separador facilita o recolhimento das partes sólidas.

Proveniente do Separador, a castanha segue para secagem e poderá ser processada visando à obtenção de carvão, que poderá ser comercializado e/ou queimado na caldeira da própria fábrica.

Simultaneamente, a amêndoa é conduzida ao Moinho de Facas com a finalidade de ser picotada. A etapa posterior prevê a passagem pelo cozinhador com a elevação da temperatura para 50°C por aquecimento com vapor indireto. Ambos os equipamentos têm como função facilitar o processo posterior de extração de óleo.

Do cozinhador, a amêndoa é alimentada na Prensa Helicoidal que promove a extração do óleo, separando os produtos em duas correntes: a torta, rica em fibra; e o extrato, rico em óleo. A torta contendo 90% das fibras da alimentação é conduzida ao Misturador.

Segundo caracterizações prévias (Rettore & Martins, 1983), a amêndoa não contém água e seu teor de fibras é inferior ao encontrado no processamento da polpa. Dessa forma, a última etapa de processamento prevê a passagem da

corrente de óleo proveniente da prensa em um Separador Centrífugo para a obtenção de um óleo com 100% de isenção de sólidos. Os sólidos são direcionados ao Misturador.

Os materiais sólidos homogeneizados no Misturador seguem para um processo de secagem, que pode ser natural, e posterior embalagem e destinação final, por exemplo, para a fábrica de ração animal.

3.2. O Fluxograma de Processo e Balanço de Massa

O diagrama de blocos do processo proposto está apresentado na Figura 1. Devido ao formato desta publicação, o diagrama apresentado substitui o fluxograma do processo. Como considerações para o balanço de massa e energia, assumiu-se o percentual em peso de umidade do fruto maduro igual a 33%, sendo distribuído entre a casca (10%), a polpa (85%) e a amêndoa (5%). Os percentuais em peso de óleo do fruto maduro, em base seca, considerados foram de 9,8% na casca, 69,9% na polpa e 58% na amêndoa. Esses valores foram extraídos da literatura e se constituem em valores médios associados a diferentes tipos de frutos avaliados (Rettore & Martins, 1983).

Como eficiência de separação, assumiu-se que os equipamentos Prensa Helicoidal e *Strainer* extraem 90% do material sólido contido na corrente de entrada e que o percentual de óleo e água presentes na porção líquida dessa corrente estão distribuídos nas mesmas proporções em que se encontravam na alimentação. Relativamente ao Decantador, considerou-se que a fibra restante permanece na porção óleo e que a eficiência de separação entre a corrente oleosa e a aquosa é de 100%. Ao Filtro Separador Centrífugo,

atribui-se 100% de eficiência de separação. Os valores de eficiência dos equipamentos ou foram fornecidos pelo fabricante ou foram assumidos a partir do desempenho esperado.

Para o balanço de energia, foram feitas as seguintes considerações: capacidade calorífica da corrente oleosa igual 2.000 kJ/kg°C; capacidade calorífica da água à temperatura ambiente igual a 4,18 kJ/kg°C; temperatura ambiente das correntes igual a 30°C; temperatura no cozimento igual a 50°C, pressão do vapor de escape saturado igual a 2,5 kgf/cm².

3.3. Os Equipamentos de Processo

Dez empresas, nacionais e/ou multinacionais com representação no país, foram consultadas para a seleção dos equipamentos de separação. Os equipamentos selecionados, descritos a seguir, foram considerados adequados por características de funcionamento e condições de operação, contudo não foram testados. Ressalte-se que esta parte do trabalho apresenta a possibilidade de implantação de uma planta de extração do óleo do fruto da macaúba no país.

3.3.1. Despoldadeira

A Despoldadeira fabricada pela Tropical Food Machinery Ltda, Pouso Alegre (MG) foi projetada para separar a polpa de frutos com caroço. As frutas são empurradas para uma guilhotina entre dois cilindros com rotações contrárias, separados por distância regulável. Um cilindro é revestido de borracha macia para modelar-se conforme a forma do caroço sobre o qual a fruta é prensada. O outro cilindro é composto de discos dentados, para arrastar a fruta, e distanciados, para conter a polpa que é continuamente extraída por um raspador a

penete. Um divisor apropriado garante a total separação dos caroços. Todas as partes em contato com o fruto são construídas em aço INOX AISI 304 ou material atóxico sanitário. A empresa está aberta para efetuar alterações de projeto e/ou adequações necessárias.

3.3.2. Cozinhador

A função dos cozinhadores necessários ao processo é promover o aquecimento de 25-30°C até 50°C, efetuando a homogeneização da mistura. O aquecimento deve ocorrer de forma indireta por vapor em camisa externa. Não houve resposta das empresas nacionais consultadas, passíveis de possuírem equipamento propício para essa função. Contudo, é um equipamento simples de ser projetado e construído.

3.3.3. Prensa Helicoidal

A Prensa Helicoidal se constitui no equipamento mais utilizado na indústria nacional para a extração de óleos de frutas com elevado teor de fibras. Nesse equipamento, o material oleoso-fibroso é introduzido em um cilindro de paredes resistentes contendo em seu interior um parafuso giratório com passo de rosca decrescente. Dessa forma, os produtos arrastados entre o parafuso e as paredes do cilindro passam através de uma área de fluxo cada vez menor, sendo, conseqüentemente, expostos a uma força de compressão cada vez maior. Junto à parede do cilindro, existe uma peneira em chapa, contendo perfurações com aberturas ajustáveis e resistentes até a pressão da ordem de 20 bar, através da qual flui o licor espremido da torta. A Prensa Helicoidal contínua fabricada pela Tropical Food Machinery Ltda, Pouso Alegre (MG) foi selecionada. Todas as partes em contato com o fruto são construídas em aço INOX

18/8 AISI 304 ou material atóxico sanitário.

3.3.4. Decantador

O decantador trifásico contínuo da Alfa lava PANX foi escolhido para promover a separação das fases sólida, líquida e aquosa do extrato proveniente da Prensa Helicoidal. A separação ocorre em compartimento horizontal cônico-cilindrico equipado com um parafuso transportador giratório de velocidade variável. A alimentação é efetuada de forma acelerada na região cônica, sendo submetida à ação da força centrífuga, que promove a imediata sedimentação dos sólidos. Na região cilíndrica, a ação da força centrífuga propicia a separação entre as fases leve e pesada.

3.3.5. Filtro Separador Centrífugo

O separador centrífugo trifásico da Alfa lava PAPX 409 é recomendado para purificar a corrente oleosa clarificada no Decantador. Este equipamento é capaz de purificar uma corrente oleosa com sólidos residuais com até 3% de água. A separação sólido-líquido-líquido ocorre entre as pilhas de discos da centrífuga, sendo o óleo direcionado da parte externa para o centro e recolhido em tubulação de fluxo contínuo. Simultaneamente, os sólidos e a água se dirigem para a periferia, sendo a água conduzida por canais ao topo do equipamento e retirada de forma contínua por tubulação específica. Os sólidos se acumulam na parte periférica entre os pratos. Um sistema hidráulico promove a descarga dos sólidos em intervalos de tempo pré-ajustados.

3.3.6. Britador de Martelos

A escolha do Britador de Martelos para promover a quebra da castanha foi motivada pelo fato da castanha ser

extremamente rígida e de não haver a necessidade de se obter a amêndoa intacta. Contudo, sugere-se a quebra sem promoção do esmigalhamento da amêndoa, de forma a não dificultar a etapa posterior de separação das partes. O princípio de funcionamento está baseado no movimento de um rotor que gira em alta velocidade no interior de uma carcaça gradeada. Presos ao rotor, existem vários martelos periféricos que basculam em torno do seu ponto de fixação. Não houve resposta na consulta efetuada aos fabricantes nacionais. Contudo, o projeto e construção de um equipamento apropriado para a finalidade não se constituem em um problema de difícil solução e, adicionalmente, a adaptação dos britadores convencionais para sistemas contínuos pode ser desenvolvida.

3.3.7. Separador

Não se encontrou, no mercado nacional, um equipamento para a realização dessa tarefa. Contudo, fica a sugestão de desenvolvimento de projeto de um tanque com alimentação contínua dos sólidos castanha/amêndoa, que utilize um fluido auxiliar de densidade intermediária de forma a promover a separação das partes pela decantação da castanha e flutuação da amêndoa.

3.3.8. Moinho de Facas

A Empresa Marconi Equipamentos para Laboratórios Ltda, apresentou dados do Moinho de Facas modelo EL-15, de construção robusta em aço carbono SAE 1020, que efetua a moagem do produto e descarrega o moído por gravidade. Esse equipamento foi considerado viável para a utilização neste processo.

3.3.9. Misturador

O Misturador, um tanque agitado que promove a homogeneização das correntes ricas em fibras do processo, é de projeto e construção simples, passível de ser efetuado por qualquer metalúrgica fabricante de equipamentos para indústrias de alimentos.

3.3.10. Outros Equipamentos

Não foi objetivo, deste trabalho, detalhar o controle do processo de produção, através de aquisição de equipamentos para a quantificação de correntes, da avaliação de suas propriedades e de seu estado asséptico. Contudo, a implantação de um processo para a indústria de alimentos requer essa garantia de assepsia, que deve se constatada por laboratório de apoio. Também, equipamentos de medição de fluxo mássico, temperatura e pressão deverão ser previstos na planta industrial.

3.4. Análise da Eficiência Global de Extração de Óleo

Na Tabela 1 são apresentados os fluxos mássicos globais para o processamento de uma tonelada de frutos. Devem-se destacar os dados de produtividade de óleo, cerca de 192,0 kg/h de óleo de polpa e 27,0 kg/h de óleo de amêndoa, e de quantidade de óleo perdida, 11,0 kg/h, que corresponde a uma perda de 4,8% do total.

4. CONCLUSÕES

As características de uma planta industrial para o processamento do fruto da macaúba com o objetivo de extração de seu óleo com qualidade alimentar foram apresentadas. Certamente a alternativa de processo proposta deve ser otimizada com a realização de testes de desempenho, verificação da real adequação dos

equipamentos selecionados e busca por novas alternativas. Além disso, a incorporação de Unidade de Purificação e Refino do óleo pode ser acoplada ao processo descrito. Adicionalmente, a viabilização de plantas de aproveitamento do óleo do fruto da macaúba, visando a obtenção de produtos finais com maior valor de mercado, depende de pesquisas que busquem uma melhor caracterização do óleo em relação à sua composição, englobando os conteúdos energéticos, vitamínicos e de distribuição dos ácidos graxos saturados e insaturados. Esse trabalho pode ser feito em conjunto com a implantação do laboratório de acompanhamento industrial, capacitando a empresa para as análises de rotina e para o estudo de novos mercados de aplicação do óleo extraído. Destaca-se, ainda, o planejamento agrícola otimizado das palmas de macaúba para a obtenção de frutos com alto teor de óleo. Durante este trabalho houve uma interação entre o DEQ-UFMG e a empresa Cocal Brasil – Cocal óleos especiais Ltda, empresa pioneira na extração do óleo do fruto da Macaúba.

Tabela 1: Resultados globais do processamento do fruto da palmeira macaúba.

Produto	Vazão (kg/h)	
	Entrada	Saída
Fruto Fresco	1000,0	-
Vapor	22,0	22,0
Óleo - Amêndoa		27,07
Óleo - Polpa		191,58
Castanha		194,30
Fibra	-	272,91
Óleo na Fibra	-	
Água	-	314,4

5. REFERÊNCIAS

Linardi, V.R.&Nocoli,J.(1981). “Produção de Lipase a partir de Microorganismos Isolados de Frutos de Macaúba (A. Sclerocarpa)”. *Trabalho publicado no ICB/UFMG*, Belo Horizonte.

Faupel, K. & Kurki, A. (2002). “Biodiesel: A Brief Preview”; *NCAT – Agriculture, Specialists; Appropriate Technology Transfer for Rural Areas*; www.attrca.ncat.org .

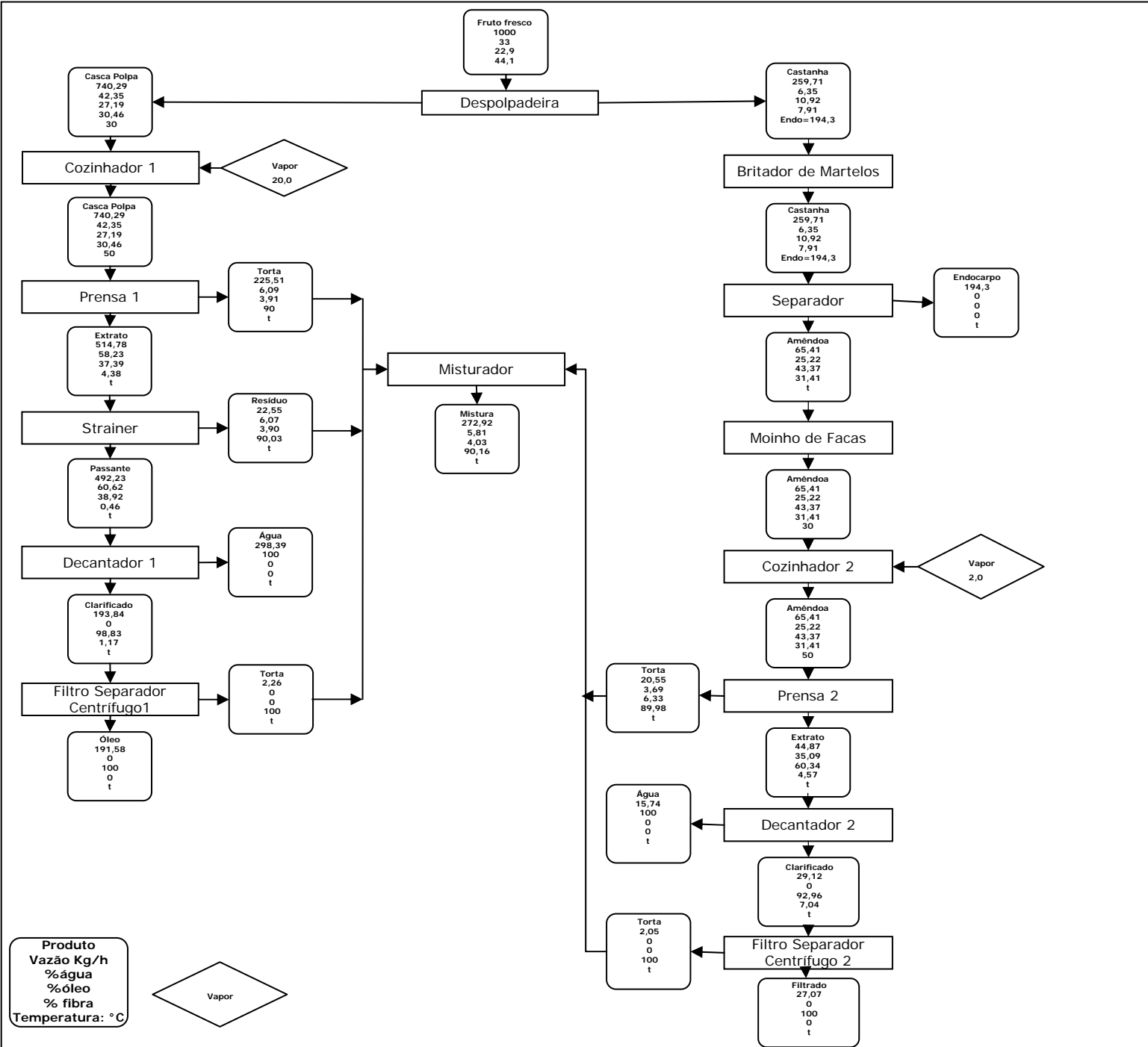
Motta, P. E.; Curi, N.; Oliveira-Filho, A.T.; Gomes, J.B.V. (2002). “Ocorrência de Macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedagológicos e vegetacionais”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 37, n. 7.

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.

Vieira, A.S.; Aguiar, H.F.; Chaves, J.F.N.; Neves, R.M.P.S.; Cano Andrade, M.H.C. (2005). “Estudo preliminar para o desenvolvimento de um Processo Industrial de Extração de Óleo do Fruto da Palma de Macaúba”. *Relatório de Pesquisa: Laboratório de Operações e Processos, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Minas Gerais*.

6. AGRADECIMENTOS

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



CONSIDERAÇÕES/ DADOS PARA MEMÓRIA DE CÁLCULO DO BALANÇO DE MASSA

Umidade inicial do coco: 33%

COMPOSIÇÃO DO FRUTO BASE SECA

Casca	24,1%
Polpa	39,6%
Amêndoa	7,3%
Endocarpo	29,0%

TEOR DE ÓLEO

Casca	9,8%
Polpa	69,9%
Amêndoa	58,0%
Endocarpo	-

UMIDADE:

Casca	10%
Polpa	85%
Amêndoa	5%
Endocarpo	-

EQUIPAMENTOS

PRENSA

Retirada de 90% da fibra presente na alimentação;
A corrente dois estará distribuída da seguinte forma:

- 90% fibras
- 10% restantes água e óleo;

A água e o óleo estarão distribuídos na mesma proporção em que se encontravam na alimentação.

DECANTADOR

Toda a fibra estará misturada ao óleo na corrente 1;
A água será retirada com 100% de eficiência.

FILTRO SEPARADOR CENTRÍFUGO

Eliminação de 100% dos sólidos.

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Química

FIGURA 1:
Diagrama de Blocos do Processo de Extração de Óleo de Macaúba

Autores: Andrea Stancioli, Helena Aguiar, Joana Chaves, Rachel Myrrha, Maria Helena Caño de Andrade