



**FACT Foundation Publications**

**Title: Jatropha Handbook  
2d edition**

**Chapter 4 (of 6)**

**Pressão e purificação do óleo (Portuguese)**

**Prepared by: Peter Beerens com contribuições de Janske  
van Eijck**

**Date: June 2009**



## FACT Foundation

FACT promotes the development and use of bio-fuels in developing countries for local people

FACT Foundation  
Horsten 1, 5612 AX,  
Eindhoven, The Netherlands  
Phone: +31 40 2472311  
Fax: +31 40 2439475  
Email: [info@fact-fuels.org](mailto:info@fact-fuels.org)  
Internet: [www.fact-fuels.org](http://www.fact-fuels.org)

These publication series have been supported by the Groene Woudt Foundation

This document can be downloaded at [www.fact-fuels.org](http://www.fact-fuels.org)

This document will be updated on a regular basis: look at latest date for latest version.

ISBN No XXXX

Disclaimer: Fact reserves the right not to be responsible for the topicality, correctness, completeness or quality of the information provided. Liability claims regarding damage caused by the use of any information provided, including any kind of information which is incomplete or incorrect, will therefore be ejected.

Disclaimer: all unique information in this document can be used by other parties under the condition that 1) the publication is mentioned as a source 2) no rights or titles can be derived from this information.

## Contents:

<i>FACT Foundation Publications</i> .....	1
4.1 INTRODUÇÃO .....	3
4.2 EXTRAÇÃO MECÂNICA DE ÓLEO .....	4
4.2.1 <i>Limpeza e verificação das sementes</i> .....	4
4.2.2 <i>O processo de prensagem</i> .....	5
4.2.2.1 <i>Recuperação de óleo</i> .....	5
4.3 TECNOLOGIAS E TIPOS DE PRENSAS.....	5
4.3.1 <i>Prensa Ram</i> .....	5
4.3.2 <i>Prensas mecanizadas</i> .....	6
4.3.3. <i>Modelos sugeridos</i> .....	8
4.4 PURIFICAÇÃO DO ÓLEO VEGETAL .....	9
4.4.1. <i>Sedimentação</i> .....	9
4.4.2. <i>Filtração</i> .....	10
4.4.3. <i>Observações finais de limpeza do óleo</i> .....	13
4.5. PADRÕES DE QUALIDADE PARA O SVO .....	14
4.5.1. <i>Degomagem de óleo</i> .....	15
4.5.2. <i>Neutralização de óleo</i> .....	15
4.6. MANIPULAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE PETRÓLEO .....	15

## Abreviações:

**Taxa de recuperação de óleo:** toda percentagem presente é removida. A taxa de recuperação de 100% significa que todo o óleo é removido da semente. Isso seria 0,41 litros por kg de sementes de *Jatropha*.

**SVO (Straight Vegetable Oil) / OVL (Óleo Vegetal Limpo):** este é o óleo após a prensagem e limpeza que está pronto para ser usado com diversas finalidades. Também conhecido como PPO (pure plant oil) / OVP (óleo vegetal puro).

**Óleo bruto:** óleo de *Jatropha* diretamente depois de pressionar

**Ácidos Graxos Livres (AGL):** existentes em óleos vegetais brutos como uma deterioração subproduto da hidrólise. Na sua forma livre, que são solúveis em óleo e insolúvel em água e não podem ser facilmente separado do óleo [9].

**Hidrólise:** a conversão de glicerídeos em ácidos graxos e glicerol.

## 4.1 Introdução

Basicamente, o processo de aquisição do óleo de sementes oleaginosas é tão antigo quanto à humanidade. Embora os meios que são utilizados para essa finalidade têm evoluído, ainda envolve o esmagamento das sementes para extrair o óleo. Existe uma experiência não muito prática, com prensagem das sementes de *Jatropha* sendo desenvolvida. GTZ (Agência Alemã de Cooperação Tecnológica) foi uma das primeiras organizações a serem envolvidas na extração de óleo da *Jatropha*, no final dos anos 80 e início dos anos 90. Novos estudos sobre a extração e limpeza da *Jatropha* iniciados em outras instituições, incluindo o WUR (Wageningen University and Research Centre) e RUG (Universidade de Groningen), na Holanda. Além desses institutos de pesquisa grande,

pequenos, praticamente iniciativas orientadas por entusiastas de *Jatropha* apresentaram resultados interessantes.

O processo completo da produção das sementes de *Jatropha* para óleo é mostrada abaixo. Para cada etapa do processo o parágrafo que trata deste tema específico é indicado.

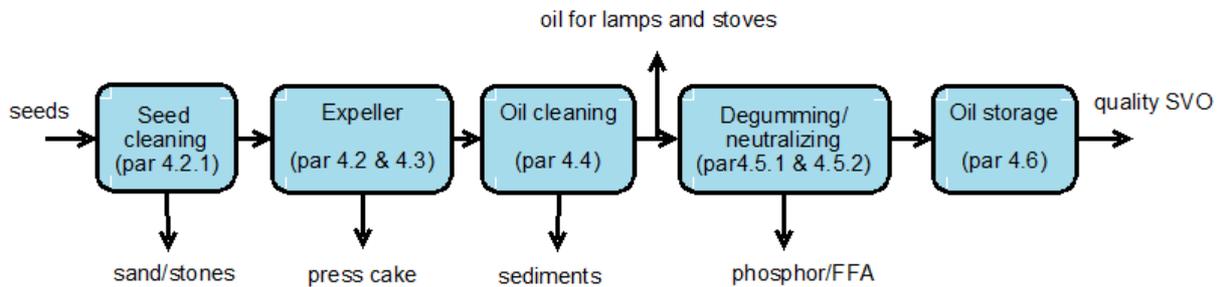


Figura 8 - Etapas de produção para a produção da *Jatropha* SVO. Degomagem e neutralização só são necessárias se quantidades elevadas de AGL (ácidos graxos livres) e fósforo estão presentes. Os valores apresentados na norma DIN V 51605, como mostrado na figura 23, são uma boa referência.

Este capítulo discute métodos de extração mecânica do óleo os aspectos de qualidade para a produção de óleo de *Jatropha*. Extração mecânica de óleo consiste em utilizar algum tipo de máquina de pressão para forçar a saída de óleo das sementes. Várias tecnologias estão disponíveis para extração de óleo. A seleção é principalmente um compromisso entre a complexidade aceitável, os custos da tecnologia e da qualidade exigida do óleo. Escala de produção é um importante fator limitante na escolha da tecnologia. Extração de óleo é um aspecto da produção. Depois de pressionar, o óleo da *Jatropha* ainda precisa de purificação antes que possa ser utilizado. Diferentes formas de separação sólido-líquido são, portanto, discutidos. Seção 4.2 trata do assunto de extração mecânica de óleo. Tecnologias de pressão são discutidas e sugestões para a *Jatropha* são feitas no ponto 4.3. Seção 4.4 comenta em relação aos métodos de limpeza do óleo. Aspectos gerais de qualidade para óleo vegetal a ser usado como combustível são discutidos na seção 4.5. Seção 4.6 trata as questões relacionadas com qualidade de armazenamento.

## 4.2 Extração Mecânica de Óleo

Há diferentes maneiras de extrair óleo de sementes oleaginosas. Uma maneira é a pressão mecânica utilizando uma máquina de exercer pressão sobre as oleaginosas, a fim de remover o óleo. Um segundo método para a remoção do óleo é solvente de extração, em que um solvente é adicionado à pré-sementes esmagadas até que o óleo se dissolva. O óleo pode ser posteriormente recuperado do solvente. Em moinhos industriais, estes dois processos - a pressão mecânica e de extração por solventes - são frequentemente combinados para obter o maior rendimento. A recuperação do óleo, desde a extração mecânica é limitada a 90-95% do óleo presente nas sementes, enquanto a extração com solvente pode render até 99%. A extração por solventes é complexa, solução de produtos químicos perigosos utilizados em larga escala.

Uma vez que este manual se concentra em pequenas aplicações, extração com solvente não deve ser considerada uma possibilidade. Extração mecânica utilizando uma prensa é o método mais popular de extração para os óleos de consumo por ser simples, contínuo, flexível e segura.

### 4.2.1 Limpeza e verificação das sementes

A limpeza e verificação das sementes podem reduzir o desgaste da máquina. A maioria das contaminações é composta de areia, material lenhoso e pedras, a última das quais são os mais

destrutivos para uma prensa. A maneira mais comum para remover pedras e areia é por uma debulhadora ou (vibradora) peneira. A escolha entre peneiramento manual e mecanizada depende da capacidade de produção.

#### **4.2.2 O processo de prensagem**

Durante o processo de prensagem das sementes são introduzidas no depósito e, simultaneamente esmagadas e transportadas na direção de uma reserva (também conhecido como 'morrer' ou 'bico') por um parafuso rotativo (muitas vezes chamado de "verme"). Como a seção de introdução da prensa é lenta preenchida com material de sementes, a primeira etapa do processo consiste em eliminar o ar entre o material. Tão logo os espaços vazios diminuem as sementes começam a resistir à força aplicada por meio do contato mútuo e deformam. O transporte contínuo de novos materiais a partir do funil faz pressão para aumentar a um nível necessário para superar o bico. Neste ponto, a prensa está "em funcionamento". A pressão acumulada faz com que o óleo ser retirado do material sólido no interior do bagaço. Para mais detalhes ver [2].

##### **4.2.2.1 Recuperação de óleo**

- **O teor de humidade das sementes:** este está relacionado ao armazenamento. O teor de humidade ideal de 2-6% foi identificado. O teor de humidade de > 8% deve ser considerado muito húmido e precisa de mais de secagem.

#### **4.3 Tecnologias e tipos de prensas**

Uma distinção pode ser feita entre as prensas manuais de óleo (por exemplo, prensa RAM) e os mecânicos (expeller, por exemplo). Para as pequenas capacidades de prensagem, no intervalo de 1-10 kg de sementes / hora, uma prensa manual do tipo RAM é uma opção adequada. Para pressionar mais de 10 kg / hora, prensas manuais não são mais possíveis e uma prensa mecanizada deve ser usado.

Para aplicações rurais nos países em desenvolvimento, tanto manual quanto pequenas prensas a motor são viáveis, dependendo da localização e da aplicação. Sabão ou óleo medicinal pode ser feitos em pequenas quantidades, com uma prensa manual. No caso dos processos de produção de combustível, prensas mais potentes são mais razoáveis.

##### **4.3.1 Prensa Ram**

O mais bem conhecido representante desta categoria é a prensa Ram Bielenberg. Baseado em um projeto existente de prensa que era caro, inconveniente e ineficiente, Bielenberg fez o design de sua prensa mais barato, durável, local sustentável e de fácil utilização. Várias centenas destas prensas têm sido fabricadas por oficinas locais, na Tanzânia, levando a boa qualidade a um preço atraente, o que levou ir adoção. A prensa Bielenberg foi originalmente concebida para extrair sementes de girassol. É aplicável para as sementes de *Jatropha* também, embora com menor eficácia. A capacidade é limitada a 2-3 kg / hr. Com uma taxa de recuperação de 70-80% e uma densidade de óleo de 0,918 kg / litro, isto significa <1liter/hr.



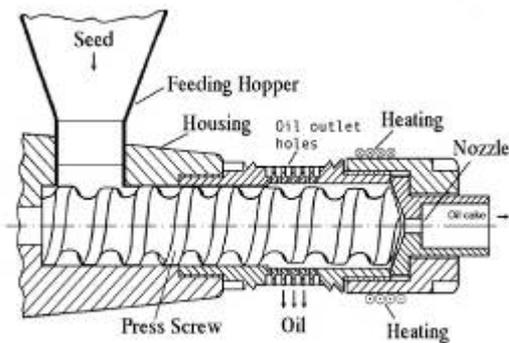
**Figura 2** - a prensa Ram Bielenberg operando em Kakute Ltd., Tanzânia [12]



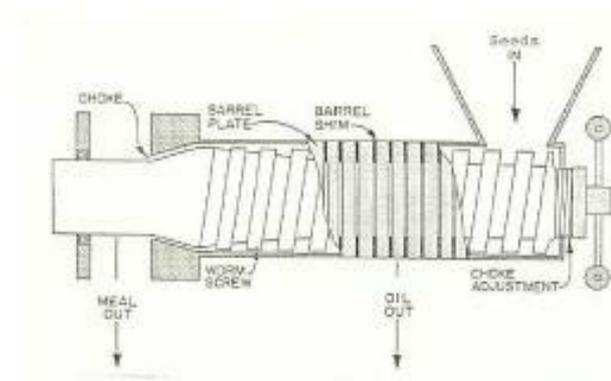
**Figura 3** – Vista aproximada da Bielenberg mecanismo de prensagem. Aviso de descarga automática da câmara de pressão e a rola na semente funil [12]

### 4.3.2 Prensas mecanizadas

Prensas mecanizadas também são referidos como prensas de rosca. No entanto, neste relatório apenas a palavra prensa será usada como ele descreve o que o processo faz – extrai o óleo e expulsa dos sólidos. Quase todas as prensas mecanizadas que podem ser encontradas no mercado usam um contínuo processo de prensagem. Normalmente, isso envolve uma rosca sem-fim que gira em uma gaiola e continuamente amassa e transporta o material de sementes a partir da entrada do funil para um bocal, onde a pressão é construída. Ao longo do comprimento do parafuso o óleo é extraído a partir das sementes e levado pelo fluxo do lado do parafuso a um reservatório. No bico o resto das sementes é comprimido na torta de filtro. Todos prensas podem ser categorizados como ‘cilindros tipo buraco’ ou ‘tipo coador’ (ver figura 4 e 5).



**Figura 4** - Esquema do cilindro-prensa tipo buraco. Observe o bico que pode ser alterada



**Figura 5** - Desenho esquemático da prensa tipo coador. Observe o ajuste do aperto que está no

[4].

lado oposto do aperto [4].

#### 4.3.2.1. Prensas de tipo buraco cilíndrico

Nas prensas de tipo buraco cilíndrico, a saída de óleo está na forma de buracos no final da gaiola da prensa cilíndrica (Figura 4). As sementes recebem uma compressão crescente na direção da cabeça de prensa. O óleo é extraído das sementes, perto dos buracos de saída e drenada a partir deles. Cavidades especiais perto do bico impedem que a torta de filtro emperre o parafuso. Caso contrário, não haveria nenhum movimento para frente. Os resíduos são pressionados através de bicos mutáveis que formam um torta. Na maioria dos tipos de prensas, o bico é aquecido para evitar o bloqueio dos resíduos. Cilindro de prensar buraco existe para pequenas capacidades (até cerca de 200 kg / h de sementes). Para diferentes tipos de oleaginosas, a prensa pode ser ajustada alterando o diâmetro de bico e velocidade de rotação do parafuso.

#### 4.3.2.2. Coador

A prensa tem um tipo de filtro de saída de óleo em todo o comprimento da gaiola. O filtro é realmente uma gaiola cilíndrica construída de separar, construídas com barras horizontais ou anéis verticais dispostos em pequenos intervalos. O espaçamento entre as barras do filtro podem ser fixa ou ajustável. O filtro das prensas vêm com um design de rosca, embora o princípio de todos o parafuso é semelhante. Aumentando do diâmetro do parafuso do bico, aumenta assim a compactação do material sólido. Parafusos de compressão contínua são feitos de uma peça. Para algumas sementes, a recuperação do óleo é maior após várias etapas de compressão. Um parafuso com seção de compressão múltipla pode ser utilizado para criar múltiplos estágios de compressão para aumentar a saída de óleo. Para maior flexibilidade, subseções de diferentes tamanhos e formas são frequentemente disponíveis. Outras prensas são equipadas com parafusos diferentes.

Durante o fluxo de sementes através da prensa, o óleo é drenado através do filtro, que circunda o espaço pressionando. O tamanho do aperto pode ser ajustado para alterar o nível de pressão e distribuição. Para vários tipos de oleaginosas, é necessário alterar o tamanho da abertura das barras de filtro (espaçar), aonde o óleo vem de fora, para obter um rendimento ótimo e limpeza do óleo vegetal. Além disso, o tamanho do aperto e a velocidade de rotação devem ser ajustados quando se pressiona os diferentes tipos de sementes. Filtro de prensas tem em uma ampla gama de capacidade de aproximadamente 15 kg de sementes / h para 10 toneladas de sementes / hr.



**Figura 6** - A prensa dinamarquês BT é um exemplo de prensa de tipo buraco cilíndrico. Observe o bico, à esquerda na frente [10].



**Figura 7** - A prensa de óleo de Sundhara é um representante das prensas tipo peneira. No lado direito o ajuste do aperto. [12]

Importa qual desses dois tipos de prensa que você usa? A experiência da FACT indica que para a *Jatropha* não importa. Concluiu-se que a prensa coador têm preferência sobre prensa cilindro com buraco. Na figura 8, a dois tipos de bagaço que são qualitativamente comparados em adequação à prensa para a semente de *Jatropha*.

	Prensa de tipo buraco cilíndrico	Prensa de peneira
Rendimento	-	++
Facilidade de manutenção	+/-	+/--
Preço	+/-	+
Produtividade de óleo	++	+
Robustez	+/-	+
Facilidade de operação	-	+
Resistência ao desgaste	-	+

**Figura 8** - Comparação entre Prensa cilindro com buraco e Prensa Filtro com base na experiência FACT.

### 4.3.3. Modelos sugeridos

É impossível sugerir um modelo ideal para bagaço da *Jatropha*. A seleção depende de muitos fatores, incluindo a capacidade de produção, o objetivo final para o óleo, rural / localização urbana, a distância para o fornecedor, confiabilidade e facilidade de cadeia de fornecimento, o nível de tecnologia no país e por último mas não menos importante do orçamento. Um panorama completo dos fabricantes e dos modelos é dada no apêndice 1. Para os projetos rurais destinados pelo FACT, capacidades que variam de 10 kg / hr (prensados a mão) para 500 kg / h motor (prensado por máquinas) devem ser consideradas opções viáveis [8].

O que ter em mente:

1. Qual o equipamento que está disponível no país onde está localizado o projeto da *Jatropha*?
2. A capacidade de produção é inferior ou superior a 100 kg / h? (Está é tipicamente a menor capacidade de bagaço)
3. Se a produção for superior a 100 kg / h, você quer uma prensa ou várias?
4. É a eficiência mais importante do que os custos de investimento?
5. Quais são a facilidade, rapidez e segurança da cadeia de suprimentos?
6. Considerar a prensa em movimento, que com motores diesel (em SVO / diesel) ou elétrica conduzida.

7. Será que o tomada de força estará com polias e correias ou com engrenagens?
8. Qual é a manutenção necessária? E sobre as peças de reposição?
9. Considerar a formação dos operadores.
10. Qual é a temperatura de funcionamento do bagaço? (Temperatura muito alta faz com que quantidade de fósforo no óleo aumente)

Em geral, se deve escolher uma única prensa de grande capacidade, em vez várias prensas menores. No entanto, a vantagem de usar mais do que uma prensa é que as peças podem ser trocadas e produção pode ainda continuar em um nível inferior se uma das máquinas falharem. Além disso, máquinas menores são mais fáceis de operar e manter por artesãos locais. Máquinas menores permitem também modular a capacidade de produção para aumentar ao longo do tempo com o tamanho do projeto, apenas aumentando o número de prensas.

## **4.4 Purificação do óleo vegetal**

Esta seção fornece uma visão geral das tecnologias de limpeza disponível para a separação sólido / líquido de óleo bruto da *Jatropha*. O óleo que sai do bagaço diretamente após a prensagem é ainda referida como o óleo bruto da *Jatropha*. O óleo bruto contém quantidades significativas de material sólido que precisam ser removidos. Os sólidos podem ser mecanicamente separados do óleo, com base no tamanho das partículas (filtração) ou gravidade específica (sedimentação, centrifugação). Os dois princípios de separação também podem ser usados em série. Da seção 4.4.1 até a 4.4.3 será sucessivamente tratar sedimentação, filtração e centrifugação.

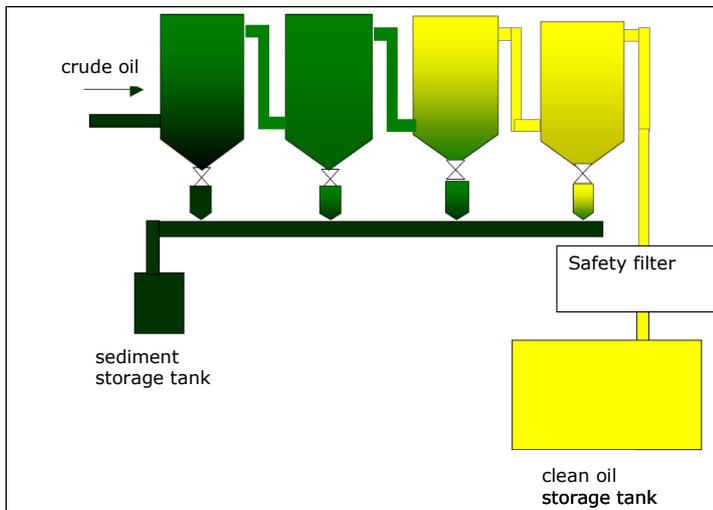
O óleo bruto de *Jatropha* contém 5-15% de sólidos em peso. Isso se resume a 10-30% em volume, dependendo do que os sedimentos são. Além disso, as circunstâncias prementes e durante a aplicação pretendida para o óleo pode exigir mais processamento do óleo bruto. Para fazer sabão e combustível para lâmpada, os requisitos de qualidade são menos rigorosos do que quando a aplicação do óleo de *Jatropha* em um motor diesel.

Como a limpeza é mais importante para a produção de combustível, a seção abaixo se aplica principalmente para produção de combustível. Antes de utilizar em um motor diesel o óleo deve ser livre de todas as partículas > 5 µm para evitar o entupimento dos filtros de combustível. Normalmente os filtros de combustível diesel têm um tamanho de poro de 5-10 µm. O processo de limpeza deve seguir logo após o processo de prensagem, para evitar problemas de filtração, quando o petróleo estava armazenado em condições desfavoráveis de armazenamento (ver seção 4.6).

### **4.4.1. Sedimentação**

Sedimentação é a mais simples e mais barata forma de limpeza, usando a gravidade da Terra: a decantação de sólidos no fundo do tanque. Sedimentação é recomendada apenas para pequenos processos. Para as taxas de produção de <50 litros / h de sedimentação é uma solução de baixo custo preferido. Ela exige pouca tecnologia e perdas de eficiência são menos importantes na produção de pequenos volumes. É um método de limpeza de equipamento barato porque pouco precisa ser comprado, apenas um tanque de armazenamento grande o suficiente para manter o óleo por cerca

de uma semana com pouco ou nenhuma fluxo. Se necessário, o processo pode ser concluído em múltiplos estágios, como mostrado na figura 9.



**Figura 9** – Exemplo de um diagrama de fluxo de um sistema de sedimentação [4].

**Figura 10** - Tambores de óleo para a sedimentação [foto Diligent Tanzânia Ltda.]

Uma desvantagem de um sistema de sedimentação é que ela depende de condições ideais para remover partículas com dimensões de 8  $\mu\text{m}$  ou menos [2]. Portanto, um filtro de segurança (filtro de sacos ou o filtro de vela) é necessário. Sedimentação por si só não é suficiente para produzir óleo de boa qualidade. Além disso, o montante relativamente elevado de óleo que permanece no sedimento% (50-55) é perdido se não houver outras medidas incluídas. Ambas as alternativas disponíveis, filtração e centrifugação, têm maior rendimento de óleo, supondo que o produto atende aos requisitos de entrada do filtro.

#### 4.4.2. Filtração

O princípio básico de filtragem é bloquear todas as partículas maiores que o tamanho dos poros de uma membrana. A maneira mais fácil de filtragem é usando um pano. No entanto, esteja ciente de que nem todos os produtos têxteis têm um tamanho de poro adequado! A capacidade de absorver as partículas, conhecido como a capacidade nominal, difere entre os materiais. A capacidade nominal de 85% para uma de pano com poros, por exemplo, 5  $\mu\text{m}$  significa que 85% das partículas maiores que 5  $\mu\text{m}$  são interrompidos pelo pano. Filtros de pano ou saco de filtragem especial podem ser comprados em diversos fornecedores, como Monopoel, Grupo Amafilter ou um fornecedor local. O pano está disponível em folhas (ver figura 11) ou como sacos, por exemplo. A filtragem é mais fácil à menor viscosidade do óleo. A temperatura entre 40-55 ° C seria ótimo. Certifique-se o pano de filtro é resistente a essas temperaturas. Se não pode ampliar a malha e um filtro 5  $\mu\text{m}$  podem filtrar apenas até 20  $\mu\text{m}$  [5].

#### *Os métodos de filtragem*

Cinco métodos de filtração serão descritos aqui. O filtro mais simples feito sob-medida é filtros de gravidade (sacos e filtro de banda), utilizando sacos de pano ou filtro. Essas máquinas exigem pouca eletricidade (figura 11-13). Estas soluções simples são os mais adequados para as pequenas atividades rurais. Para além dos feitos de sistemas, fornecedores oferecem sistemas profissionais. Estes são muitas vezes demasiado caros para os processos de <50 litros / hr. A seguir será explicado aqui: filtros de gravidade, os filtros de banda, filtro prensa, filtros de pressão de folha, filtros de sacos e filtros de vela.

#### 4.4.2.1. Filtros de Gravidade

Como explicado acima, a qualidade e o tamanho dos poros do filtro de pano são importantes determinantes para o resultado final da filtração. Usando um pano 1  $\mu\text{m}$  filtro personalizado simples dispositivos feitos em azeite com qualidade comparável aos sistemas de filtros industriais, com o mesmo tamanho dos poros. Sacos de Algodão estão disponíveis com diferentes tamanhos de poros, que vão desde 200  $\mu\text{m}$  a 1  $\mu\text{m}$ . Aconselha-se a terminar com um tamanho de poro 1 $\mu\text{m}$  para a produção de óleo. A desvantagem dos dispositivos simples é uma capacidade muito reduzida se o filtro não é pressurizado. Para usuários domésticos e pequenas fábricas (até alguns litros por hora), filtros não-pressurizado podem ser uma opção atraente de custo baixo como o processo pode ser executado sem a aquisição de equipamento especial.

Manipulação, nesse caso, será composto de limpeza freqüente do filtro de pano ou filtro de sacos. Recomenda-se a deixar o óleo para descansar por 4-7 dias antes da filtração para evitar ainda mais curtos intervalos de mudança do filtro de pano. Dependendo de como limpar o óleo após a sedimentação, filtração de óleo por gravidade leva entre 5 minutos a 1 hora por cada 20 litros [11]. O sedimento no óleo deve ser considerado um processo de perda ou pode ser usado como material de entrada para a produção de biogás em um biodigestor.

Sacos de filtro podem ser obtidos através de Grupo Amafilter exemplo ou Filtertechnik Allfil na Holanda. Os fornecedores podem ser encontrados em todo o mundo. Um saco é vendido por cerca de € 3,75 do Grupo Amafilter (2008). Material localmente disponível como algodão também podem ser apropriados para o teste.





**Figura 11** – Esquerda superior: SVO filtração de óleo de cozinha no site do fornecedor alemão Monopael. Superior direito: instalação de filtração simples usando filtros de saco [foto Diligent Tanzânia Ltd.]. Esquerda inferior: instalação melhorada para filtros de sacos [foto Diligent Tanzânia Ltd.]. Inferior direito: o empregado da coleta de uma amostra de óleo para análise após filtração [foto Diligent Tanzânia Ltd.]

#### 4.4.2.2. Filtro de prensa

Se estiver usando filtros de sacos pressurizados, um tipo diferente de filtração é necessária com antecedência. Caso contrário, o filtro vai entupir depois de vários minutos. Por essa razão, a prensa e o filtro de folhas de pressão são discutidos aqui primeiro.

Prensas de filtro são amplamente aplicados na indústria de alimentos e muitas vezes são localmente disponíveis em tamanhos diferentes. A utilização das máquinas locais estimulam o emprego e permite que os engenheiros locais possam fornecer reparação e manutenção. Programas de treinamento local poderia ser um estímulo e pode aumentar o nível de qualidade.

Um filtro de prensa é construído de múltiplas placas de filtros que são revestidos com tecido filtrante (figura 14 e 15). O material de pano de filtro pode ser usado várias vezes antes da limpeza. Quando as placas são unidas cavidades são formadas entre eles. Antes da filtração, os fluxos de óleo bruto para as cavidades. Através da aplicação de pressão hidráulica sobre as placas e pressão de bombeamento do óleo, o óleo é forçado através do pano e da torta de filtro permanece nas cavidades. Óleo continua em execução através do filtro até que haja torta muito nas cavidades. As placas são então separadas (manualmente ou automaticamente) e a torta de filtro cai. Descarga do torta manual demora cerca de meia hora por dia para a sementes de colza e depende do nível de "impurezas" do óleo [11].

Como isso se compara ao óleo de *Jatropha*? Os seguintes números aplicam-se ao óleo de sementes de colza: teor de óleo na torta de filtro cerca de 35-50% e 2-4 kg de torta de filtro após o processamento de 100 kg de sementes de colza. Por *Jatropha*, a quantidade de torta de filtro após o processamento de 100 litros de óleo bruto deverá ser 15-25 kg com um teor de óleo similar ao de sementes de colza. Isto significa que a descarga do torta vai ser 5-10 vezes mais freqüente, que se resumem a 2.5-5 horas por dia. Isso claramente não é prático. Portanto sedimentação ainda é

necessário antes de mais métodos de filtração, devido à elevada quantidade de sedimentos no óleo de *Jatropha*.

Após a alta, o ciclo reinicia processo. O diâmetro dos poros da membrana é intencionalmente escolhida maior que o tamanho das partículas que têm de ser removidos. A prensa de filtro deve ser usada por algum tempo em uma situação de circuito fechado de construir uma camada de partículas (torta), contra a membrana. Desta forma, os sedimentos na forma de óleo a médio efetivo do filtro. Seja ou não a camada de sedimentos é um meio de filtração adequada depende da distribuição granulométrica. No caso de todas as partículas são do mesmo tamanho que a camada pode facilmente entupir.

A capacidade de um filtro prensa é diretamente proporcional à área de filtro de pano em  $m^2$ , podendo ser facilmente adaptado. Menores tamanhos de malha resultam em menor rendimento e, por conseguinte, é incerta que a velocidade de processamento será a pureza desejada do produto de saída. Embora a prensa filtro ser capaz de remover partículas  $<0.01\mu m$ , é aconselhável a instalação de um saco de filtro de vela de filtro atrás da imprensa para a limpeza do filtro de segurança. Dependendo do tamanho do filtro de chapa do teor de óleo na torta de filtro é normalmente cerca de 10% [11].



**Figura 14** Filtro de Placa com capacidade de 150 litros / hora. Na Tanzânia Diligent Ltda. Produzido por TEMDO Tanzânia.



**Figura 15** Placa de filtro para a indústria alimentar, a capacidade de cerca de 1000 litros / hora.

#### 4.4.3. Observações finais de limpeza do óleo

Limpeza do óleo é a etapa do processo que determina a qualidade do produto. Embora muitas soluções tecnológicas estão disponíveis deve-se sempre aplicar o KISS (Keep It Simple Stupid - Mantenha isso simples) ao selecionar um princípio em um projeto de desenvolvimento.

Sedimentação ainda é a solução mais favorável para a produção de pequenos volumes ( $<50$  litros / h). Tecnologias de filtração e centrifugação são geralmente muito caros para a maioria dos projetos que envolvam grupos de agricultores. Desenvolvimentos de versões simplificadas de tais tecnologias podem fornecer uma solução bem-vinda nestes projetos. Construções de filtração simples são os melhores candidatos para uma etapa de limpeza final para o óleo que é retirado após a sedimentação. Tamanho dos poros de  $1\mu m$  é adequado e garante uma SVO livre de contaminação por partículas.

## 4.5. Padrões de qualidade para o SVO

Diferentes aplicações do óleo de *Jatropha* exigem diferentes níveis de qualidade. Na maioria dos casos o óleo de *Jatropha* será utilizado para uma destas três aplicações:

- Fabricação de sabão: a filtragem adequada do óleo é suficiente para este processo.
- Lâmpadas e fogões: a filtragem adequada do óleo é suficiente para este processo. Redução da viscosidade seria desejável para melhorar o fluxo de óleo em pavios e bicos.
- Motores a diesel: o óleo deve respeitar a norma DIN 51605 para minimizar a possibilidade de danos no motor. Em geral, os montantes de ácidos graxos livres e fósforo serão os mais problemáticos e precisam de limpeza química. Os ácidos graxos livres e fósforo podem posteriormente ser removidos por degomagem e neutralização.

Para certificar-se as propriedades do óleo estão dentro da faixa desejável, várias coisas têm que ser mantidos em mente. As propriedades variáveis são brevemente discutidas, juntamente com suas consequências para o processo de produção.

- a) **Contaminação:** este descreve a quantidade de material estranho (partículas) que podem estar presentes no óleo. Claro que este parâmetro é diretamente influenciado pelo processo de purificação. O valor de contaminação determina a vida útil do filtro de combustível do motor.
- b) **Acidez:** esta é uma medição do teor de ácidos graxos livres no óleo. Os ácidos graxos livres dão origem à degradação do óleo (ele fica 'ranço') e os componentes em contato com ele (oxidação). Sua formação é principalmente causada por más condições de armazenagem, ou seja, contato com o ar, exposição à luz solar, calor, etc
- c) **Estabilidade à oxidação:** a qualidade do óleo não deverá diminuir em um ambiente quente. Isto porque o combustível é exposto a altas temperaturas, quando ele estiver em uso. Os mecanismos são os mesmos como explicado no 'Valor ácido'.
- d) **Teor de fósforo:** na prensagem a frio a maior parte do fósforo que está presente na semente vai para a torta de filtro e não para o óleo. Isso é desejável porque fósforo (principalmente fosfolípidios) dá origem ao bloqueio do filtro de combustível do motor e à oxidação da câmara de combustão, pois o fósforo é um oxidante forte em altas temperaturas.
- e) **Teor de cinzas:** o teor de cinzas reflete a quantidade de material que ainda não queimado depois da combustão do óleo no motor. A maior parte deste material é o sal presente no óleo. Ele pode ser mantido baixo pela pressão moderada e boa filtragem.
- f) **Teor de água:** a matéria vegetal contém uma percentagem de água. No óleo o teor de água deve ser limitado, porque a água faz com que o material do filtro de combustível inche e por isso provoca oxidação dentro do bloco de equipamento de injeção.

Alguns componentes não podem ser retirados do óleo através dos métodos de limpeza tratados na seção 4.4. Exemplos são os ácidos graxos, fósforo, e as diferentes contaminações molecular (Fe, Mg, Ca, etc.) Ao restringir a temperatura de operação durante a prensagem para ~ 60 ° C (temperatura

específica para a *Jatropha* ainda não foi determinado) a formação de ácidos de graxos livres (AGL) e fósforo pode ser limitado. Em níveis excessivamente elevados a refinação pode ser necessária para assegurar o bom funcionamento dos motores diesel. Medidas padrão de refino na produção industrial para consumidores e óleos combustíveis são degomagem e neutralização.

#### **4.5.1. Degomagem de óleo**

De acordo com a norma DIN 51605, o conteúdo de fósforo deve ser inferior a 12mg/kg. Fosfatidos, látex e outros compostos complexos coloidais podem promover a hidrólise (aumento de AGL) de óleo vegetal durante o armazenamento. Nas etapas de refino, tais como transesterificação destes compostos podem também interferir. Eles são eliminados por um processo chamado de degomagem. O processo começa com o aquecimento do óleo a 70-80 ° C. Em seguida, a água é adicionada e agitado. Látex e fosfatidos vão dissolver na água e serem removido juntamente com a água em uma etapa de separação. Dependendo do tipo de óleo e teor de ácido fosfatidos (cítrico / fosfórico), bases ou sais pode ser adicionado ao invés de água [16].

#### **4.5.2. Neutralização de óleo**

De acordo com a norma DIN 51605, o número de ácido deve ser inferior a 2 mg KOH / g. Isto corresponde a um teor de AGL de 1%. Quando os ácidos graxos livres são removidos como sabão de tratamento com soda cáustica, outros componentes indesejáveis, tais como produtos de oxidação dos ácidos graxos, fosfatidos residual e látex, fenóis (por exemplo, o gossipol) também são "lavadas". Durante a neutralização o óleo é novamente aquecido a 40-80 ° C. NaOH ou KOH são adicionados e agitado, causando a formação de sabão. O sabão, contendo a maioria AGLs, depositada no fundo do tanque e pode ser retirado [16].

### **4.6. Manipulação e armazenamento de petróleo**

#### **Autor principal: Janske van Eijck**

Há várias questões a serem elevados em conta, que afetam a qualidade do óleo e facilidade de manuseio. Estas são especialmente importantes se o óleo é armazenado em temperaturas elevadas nas zonas rurais.

##### **4.6.1. Critérios de Manipulação**

Há ingredientes tóxicos em óleo de *Jatropha* (ésteres de forbol), o que torna necessário o cuidado para lidar com o óleo.

Contato com os olhos provoca irritação, enquanto que a ingestão pode resultar em vômitos e diarreia. Contato com a pele não é essencialmente perigoso, mas o uso de equipamento de segurança (macacões, óculos e sapatos fechados) é aconselhável.

##### **4.6.2. Critérios para Armazenamento**

Armazene em um quarto fresco e seco, evitando a exposição à luz e a substâncias voláteis, gasosas (como a gasolina). O recipiente ou cilindro em que o petróleo é mantido deve preferencialmente ser hermético e cheio até ao máximo. Isso evita a condensação e, assim, a água no óleo. Os recipientes de armazenamento ou tambores podem ser reutilizados e devem ser fáceis de limpar. Aço ou plástico rígido, as matérias normais para esses tambores, podem ser usados para armazenar ou transportar o SVO de *Jatropha*.

#### 4.6.2.1. Armazenamento em baixas temperaturas.

Os óleos vegetais contêm enzimas que se originam da atividade metabólica durante o crescimento das plantas. O coeficiente de atividade de enzimas dobra a cada aumento de 10 graus centígrados. Isto encurta a vida do óleo durante o armazenamento, uma vez que promove a auto oxidação do óleo. Isso resultará em mudança fácil de cor e um aumento de ácidos graxos livres no óleo.

Por isso, é importante manter a área de armazenamento em baixa temperatura, a fim de evitar a instabilidade e um aumento no AGL. A maioria das enzimas do óleo se tornar mais ativa a uma temperatura acima de 30 graus centígrados. Por isso, é recomendado para armazenar o óleo em uma temperatura mais baixa do que isso.

#### 4.6.2.2. Evitar as variações de temperatura (e, portanto, a condensação de água)

Se o óleo de *Jatropha* é mantido em um tambor ou outros recipientes de armazenamento, as variações de temperatura podem causar condensação de água. Isto significa que a água será dissolvida no óleo, que não é bom para a qualidade do óleo.

A temperatura deve ser mantida, tanto quanto possível, no mesmo nível. Outra forma de evitar a condensação é manter os recipientes hermeticamente fechados e cheios ao máximo.

#### 4.6.2.3. Escuridão

Os óleos vegetais vêm a partir de plantas e contêm compostos fotossensíveis como clorofilas e carotenóides. Entre estes compostos, a clorofila é o que dá ao óleo a coloração amarela ou vermelha. Na abundância de luz atividades destes compostos resultam rapidamente em mudança de cor forte no óleo. Para evitar isso, recomenda-se armazenar o óleo em áreas escuras ou em áreas onde a intensidade da luz é baixa. Em geral, isso significa selecionar uma unidade de armazenamento não-transparente.

#### 4.6.2.4. Contacto com o ar fresco

Sob condições instáveis de armazenamento de óleo como temperaturas elevadas, é fácil para o oxigênio presente no ar para oxidar os vários átomos de carbono ligados e substituir o ácido gordo nessa área. Este será então formado por um composto de peróxido. O aumento destes compostos resulta em um óleo mais instável.