

**ANÁLISE DE MECANISMOS DE ACIONAMENTO MECÂNICO/HIDRÁULICO ADAPTADOS A UM
PROTÓTIPO DE PREENSA PISTÃO-CILINDRO PARA A EXTRAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS**

Ana Patrícia da Silva Mafra, anapathricia@hotmail.com¹
Keyll Carlos Ribeiro Martins, kmartins@sc.usp.br¹
Lorenni Evren Matias da Silva, lorennievren@yahoo.com.br¹
Leandro de Sousa Rosa, leandrorosa@hotmail.com²
Lídia Santos Pereira Martins, lidiamsp@gmail.com²
Dalmo Inácio Galdez Costa, dalmodj@gmail.com³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Av. Getúlio Vargas, nº 04- Monte Castelo - São Luís-MA - CEP 65025-001.

²Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI – Caixa Postal 09 – São Luís – MA.

³Universidade Estadual de Campinas, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Distrito de Barão Geraldo – CEP 13081-970 - Campinas - SP

Resumo: *O presente trabalho trata do desenvolvimento de uma prensa axial pistão-cilindro com acionamento hidráulico, o que permite a extração de óleos vegetais a partir de sementes das oleaginosas: mamona, gergelim e pinhão-manso. O óleo vegetal extraído tem fim na produção de biodiesel, para tal foram analisadas as propriedades mecânicas e químicas do óleo vegetal. A prensa pode ser aplicada em laboratórios de pesquisas, bem como servir de auxílio às famílias de agricultores na extração e uso de óleos vegetais in natura como forma de garantir a sua subsistência. As etapas do projeto dimensional e confecção das peças da prensa foram obtidas por meio de software e máquinas operatrizes da Oficina Mecânica do IFMA. Inicialmente, para o acionamento do protótipo da prensa axial era utilizada uma prensa hidráulica de 60 toneladas, o que restringia a extração somente ao laboratório, a fim de tornar o acionamento do mecanismo autônomo e prático, foi acoplado um macaco hidráulico com capacidade 20 toneladas. A instalação do macaco hidráulico com a prensa exigiu uma estrutura capaz de suportar o regime de trabalho do processo de extração. Então sendo que foi construído um suporte de aço SAE 1045, para que o macaco ficasse fixo e pudesse aplicar a pressão necessária para romper as membranas das sementes. Após o processo de adaptação do macaco, o mecanismo se mostrou eficaz na extração de óleo dessas oleaginosas, de forma que não comprometeu a composição físico-química dos óleos extraídos, uma vez que não ocasionou pelo calor gerado por atrito como ocorre quando há a utilização das prensas extrusoras convencionais.*

Palavras-chave: *prensagem, prensa hidráulica, sementes de oleaginosas, óleo vegetal.*

1. INTRODUÇÃO

O uso diversificado de óleos vegetais na obtenção de biodiesel tem contribuído aos motores diesel na diminuição das emissões poluentes e na redução da importação do óleo diesel. O biodiesel é um combustível de caráter renovável e principal substituto do óleo diesel. As sementes para a extração do biodiesel são plantadas geralmente em comunidades rurais onde há o desenvolvimento da agricultura familiar, o que auxilia na renda das famílias participantes do programa no Estado do Maranhão. Com o intuito de melhorar o nível de participação das famílias da zona rural na etapa de extração dos óleos vegetais das inúmeras oleaginosas foi necessário desenvolver uma prensa de simples manuseio e baixo custo, como as prensas axiais pistão-cilindro que realizam processo de extração descontínuo. A prensa axial são simples, adaptáveis a diversos tipos de oleaginosas, de fácil instalação.

O óleo se encontra na forma de glóbulos e está presente nas células das sementes oleaginosas. Para que seja possível extrair o óleo é necessário que haja uma ruptura da membrana das células o que permite a saída dos glóbulos. Tal ruptura no caso da prensa pistão-cilindro é dada pelo esmagamento das sementes ou amêndoas dentro do seu cilindro. Esta informação é importante tendo em vista que a pressão aplicada deverá ser suficiente para possibilitar a ruptura da membrana das células. A Fig. (1) indica as amostras de mamona e gergelim utilizadas nos ensaios de extração dos óleos vegetais.

A prensa pistão-cilindro possui funcionamento descontínuo, ou seja, por batelada tendo uma produtividade reduzida. Segundo Willems et al. (2008) este tipo de prensa pistão-cilindro permite a extração de óleo com alta viscosidade, sem aquecimento do óleo e da torta, o que preveni contra a mudança da cor, do odor e do sabor destes, e

por consequência sem alterar suas características, sendo que a qualidade do óleo também está relacionada à limpeza e estado das sementes no momento da prensagem.

Existem dois tipos de extração por prensagem: a extração por prensas hidráulicas e por prensas extrusoras. As prensas hidráulicas, como indicada na Fig. (2), possuem um pistão (4) diretamente ligado a um cilindro hidráulico (1) que prensa o vegetal colocado em um vaso em formato cilindro (9). O óleo é expelido através de pequenos furos (uma espécie de peneira) contidos no vaso. Possui funcionamento descontínuo e por isso uma produtividade reduzida.



Figura 1 – Amostra de sementes de gergelim (a) e de mamona (b) utilizadas nos ensaios.

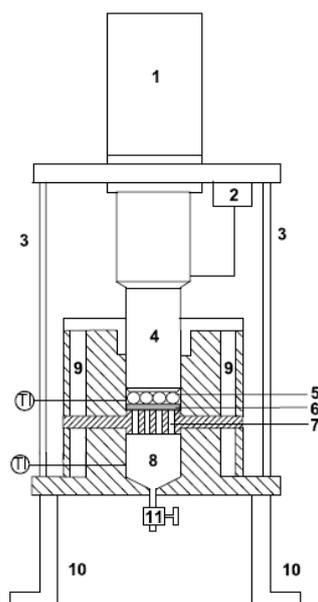


Figura 2. Representação esquemática de uma prensa hidráulica. Fonte: Willems et al. (2008).

As pressões são mais facilmente medidas e entendidas nas prensas axiais onde a pressão é distribuída de forma praticamente homogênea na superfície do pistão. A Fig. (3) mostra a porcentagem em peso de óleo extraído em função da pressão aplicada em uma prensa axial para vários tipos de oleaginosas.

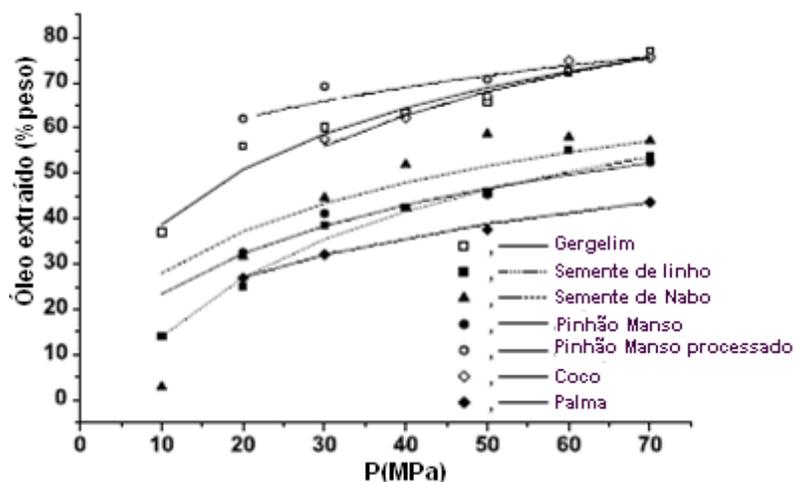


Figura 3. Influência da pressão constante na extração de óleo para diferentes oleaginosas.

Fonte: Willems et al. (2008).

No processo de extração do óleo das oleaginosas, algumas condições são exigíveis para manter a boa qualidade do óleo, como o meio filtrante, que deve ser compatível à aplicação nos motores que fazem uso deste combustível filtrado, a vazão do óleo com menor perda de carga e o volume útil do reservatório de armazenamento de óleo.

As análises físicas e físico-químicas normalmente realizadas nos óleos são importantes para demonstrar certas propriedades. Assim sendo, pode-se usar os índices de iodo e saponificação para identificação de lipídios e os índices de acidez e peróxidos como parâmetros de avaliação da qualidade do óleo (Barbosa, 2010). A principal forma de deterioração dos óleos consiste na oxidação, que ocorre quando o oxigênio atmosférico é dissolvido no óleo e reage com os ácidos graxos insaturados, que são tanto mais reativos quanto maior o número de insaturações em suas cadeias (Moretto e Fett, 1998).

Com o presente trabalho, visou-se aperfeiçoar o processo de prensagem mecânica/hidráulica descontínua de uma mini-prensa, tendo como resposta o rendimento em óleo bruto e sua caracterização físico-química, bem como a possível utilização do mesmo como bioenergia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No processo de extração do óleo das oleaginosas, algumas condições são exigíveis para manter a boa qualidade do óleo, como o meio filtrante, que deve ser compatível à aplicação nos motores que fazem uso deste combustível filtrado, a vazão do óleo com menor perda de carga e o volume útil do reservatório de armazenamento de óleo.

A Fig. (4) ilustra um protótipo de prensa para extração de óleo a partir da semente de oleaginosas; a prensa foi projetada no Laboratório de Mecânica e Materiais do Instituto Federal do Maranhão – IFMA, durante um projeto financiado pela FAPEMA (2008). O protótipo consiste de um cilindro, de 70,80mm de diâmetro interno, 80,80mm de diâmetro externo e 110mm de altura, com 5mm de espessura, onde são colocados sementes que serão submetidas à pressão para extração do óleo, rosqueado para receber uma base removível. A base circular tem 142mm de diâmetro e 15mm de espessura que tem em sua parte inferior 42 orifícios de 2 mm de diâmetro para permitir a passagem do óleo extraído das sementes. Há também um pistão de 121mm de comprimento e 30mm de diâmetro, com uma placa inferior de 70,70mm de diâmetro e 33mm de espessura, que aplica pressão nas sementes contidas no cilindro e uma cuba para coleta do óleo extraído.



Figura 4. Prensa para extração de óleo das oleaginosas, projetada e construída no Laboratório de Mecânica e Materiais do IFMA para desenvolvimento de pesquisa. Fonte: Mafra, 2008.

Com a finalidade de tornar o acionamento do protótipo da prensa, já construído, mais autônomo e prático, uma vez que era utilizada uma prensa hidráulica de 60 toneladas para haver o total esmagamento das sementes foi acoplado um macaco hidráulico com capacidade máxima de 20 toneladas. A instalação desse macaco hidráulico com a prensa exigiu uma estrutura capaz de suportar o regime de trabalho do processo de extração. Sendo que foi construído um suporte de aço SAE 1045, para que o macaco ficasse fixo na base e o pistão fixo na parte superior da estrutura e assim aplicar a pressão necessária para romper as membranas das sementes, como mostra a Fig. (5).

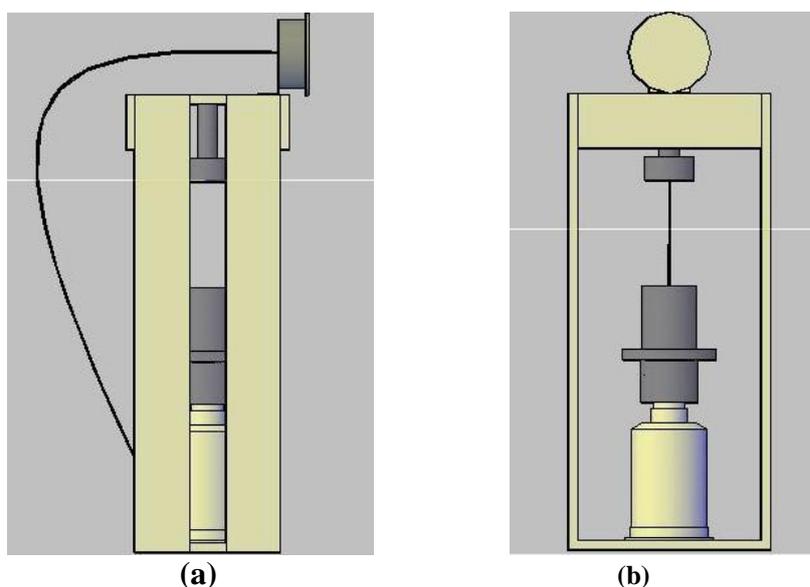


Figura 5. Representação da estrutura já montada com o macaco hidráulico e a prensa, desenhado em AutoCAD 2008. (a) Prensa em vista lateral (b) Prensa em vista frontal.

Mesmo com toda a estrutura pronta e todos os mecanismos instalados, houve a necessidade de se conhecer a pressão necessária para ocorrer o esmagamento e a extração de óleo das sementes, então foi feita a adaptação de um manômetro a óleo com capacidade de medir de 0 a 40 MPa e de a 0 a 400 Bar, sendo utilizada uma mangueira hidráulica, conforme o mostrado pela Fig. (6).



Figura 6. Prensa com a sua estrutura totalmente montada e já com a adaptação do manômetro.

Durante o processo de esmagamento das semente a uma pressão de 20Mpa, há a aplicação de esforços em toda a estrutura, conforme o indicado na Fig. (7).

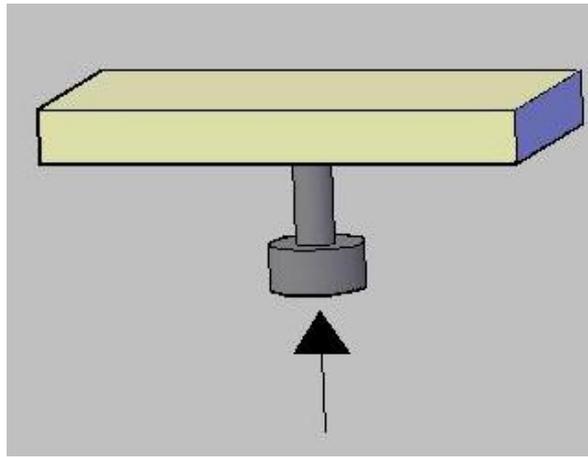


Figura 7. Esquemática do esforço que são aplicados na estrutura.

Uma vez determinada a pressão manométrica do esmagamento das sementes, utiliza-se a Eq. (1) para determinar a força aplicada durante a extração de óleo.

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Em que,

A - Área da base do pistão: $A = \pi \cdot R^2$, e

F - Força resultante da base do copo contra o pistão;

R - Raio

Na operação de esmagamento das sementes de mamona e gergelim obtivemos os seguintes dados experimentais:

$$R = 3,535 \cdot 10^{-2} m$$

$$P = 20 MPa$$

Substituindo os dados experimentais na Eq. (1) tem-se:

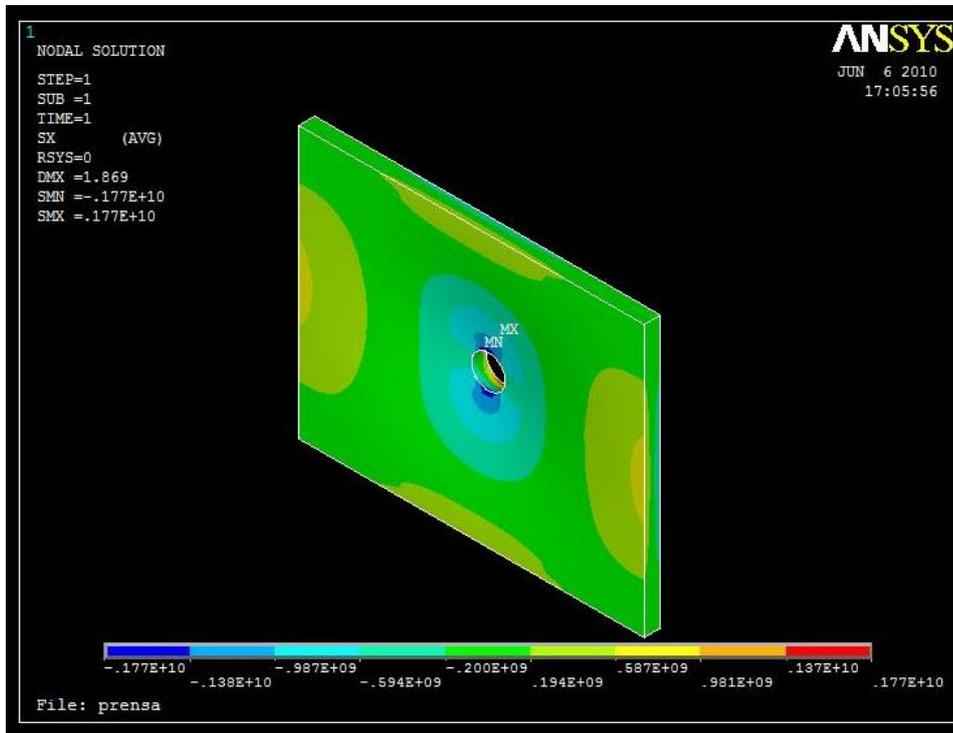
$$F = P \cdot A$$

$$F = 20 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot (3,535 \cdot 10^{-2})^2$$

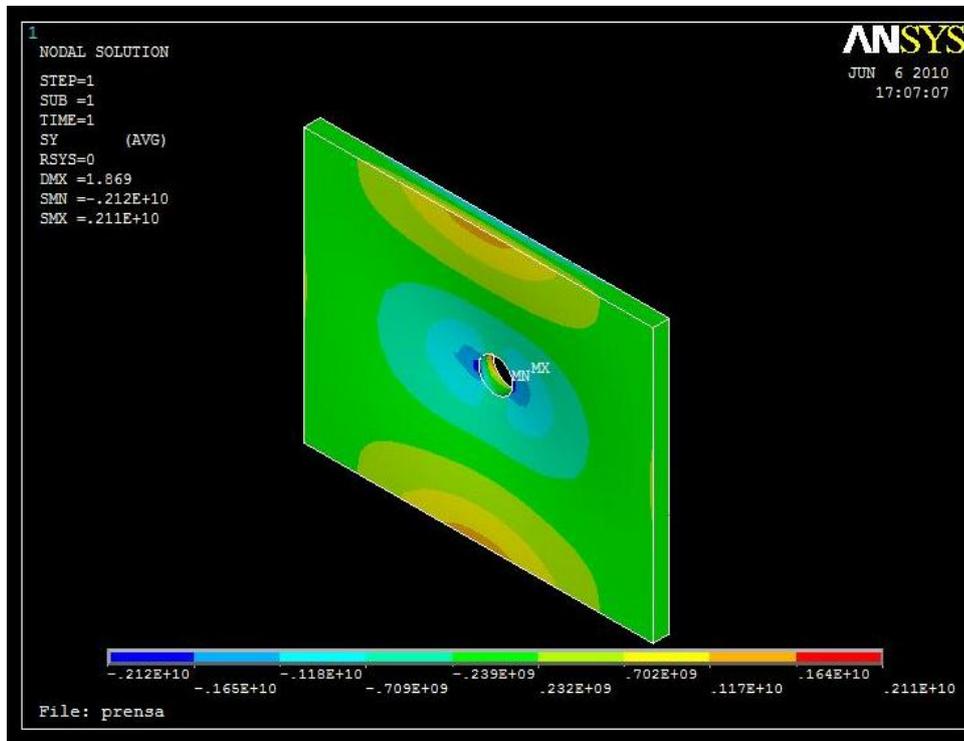
$$F = 20 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 12,50 \cdot 10^{-4}$$

$$F = 78500 N$$

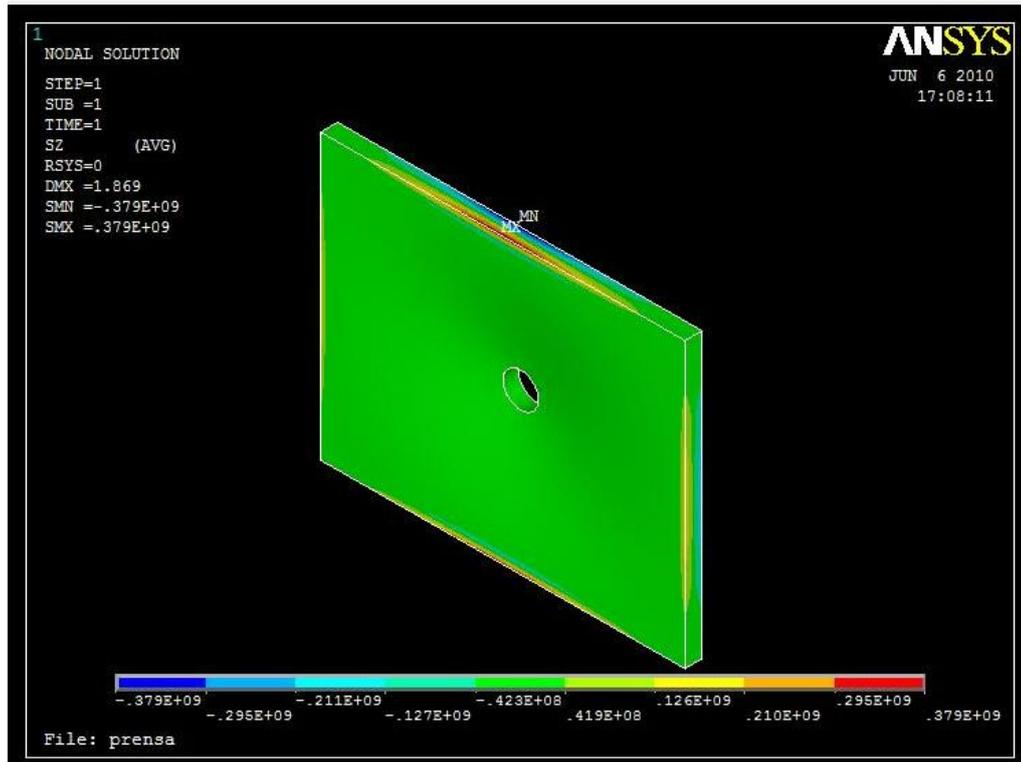
Para facilitar a utilização das propriedades do material utilizado na construção da estrutura, aplicamos no software ANSYS os parâmetros do aço ASTM 36 com módulo de elasticidade 207e9 que para linguagem de programação significa 207GPa com coeficiente de Poisson 0,30 (Apêndice B, Willian D. Callister Jr.). Sendo utilizada uma pressão de 20MPa ou 20e6 Pa. As reações consideradas assemelha-se com uma carga concentrada. As Fig. (8), representa como se comporta o material da estrutura no momento da extração de óleo.



(a)



(b)



(c)

Figura 8. Representação do comportamento da parte superior da estrutura no momento da extração de óleo, feita no programa ANSYS. (a) Tensão na componente X (b) Tensão na componente Y (c) Tensão na componente Z.

A Figura (9), representa a relação entre a pressão aplicada e o deslocamento do pistão conforme estiver sendo pressionado.

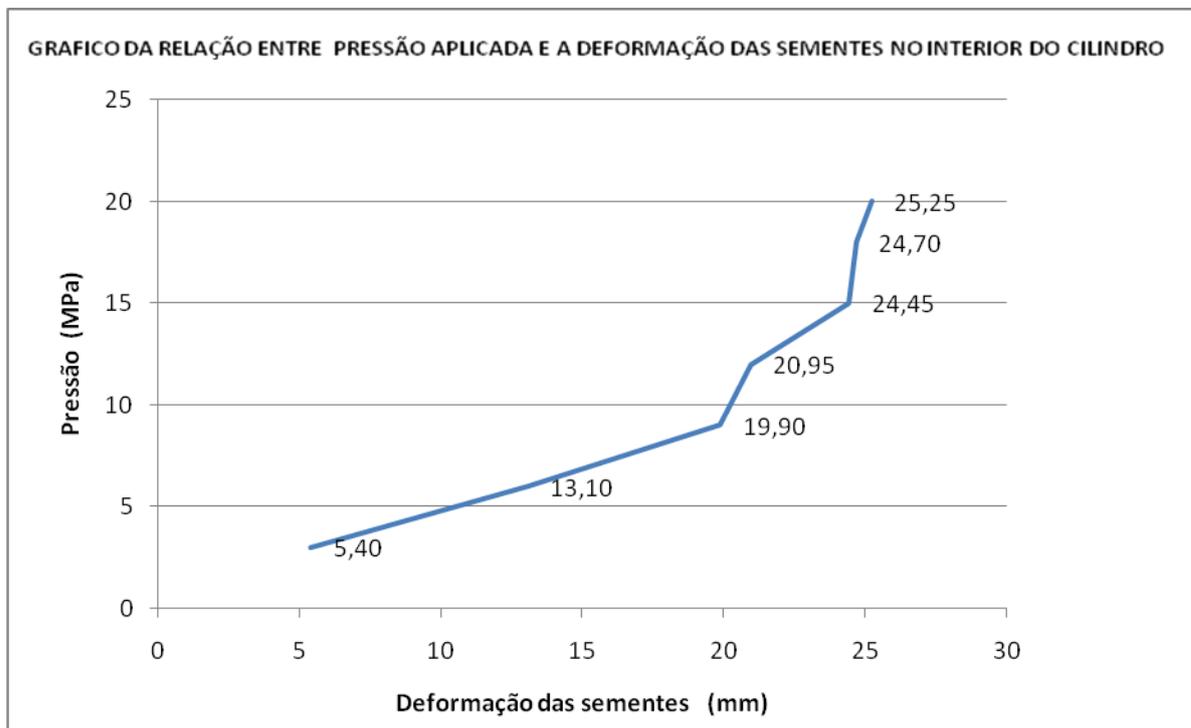


Figura (9). Relação entre a pressão aplicada e o deformação das sementes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram feitos os cálculos e os estudos de todo o material para a construção estrutural da prensa, bem como foi o utilizado o programa AutoCAD 2007, para se ter uma melhor visualização do equipamento antes e depois da montagem e as dimensões necessárias para a prensagem.

Após a montagem o protótipo foi testado com sementes de mamona, e gergelim a uma pressão de 20MPa durante três testes e apresentou o rendimento indicado nas Tab. (1) e (2).

Tabela 1. Resultados experimentais do rendimento da extração de óleo da semente de mamona.

Tabela do rendimento durante teste de extração de óleo da mamona à uma pressão de 20MPa			
	TESTE 1	TESTE 2	TESTE 3
Sementes (kg)	0,200	0,200	0,200
Torta (kg)	0,145	0,159	0,119
Óleo (kg)	0,055	0,041	0,081

Tabela 2. Resultados experimentais do rendimento da extração de óleo da semente de gergelim.

Tabela do rendimento durante teste de extração de óleo de gergelim à uma pressão de 20MPa			
	TESTE 1	TESTE 2	TESTE 3
Sementes (kg)	0,200	0,200	0,200
Torta (kg)	0,160	0,153	0,152
Óleo (kg)	0,040	0,047	0,048

Foi feito um teste de compressão da prensa no Laboratório de Mecânica da UEMA e foi determinado que uma força aplicada sobre a prensa de 1000kgf e com um deslocamento de compressão de 40mm, começa o processo de compactação das sementes no interior do cilindro. Como visto na Fig. (10), para atingir a fase de extração de óleo vegetal na posição acima de 40 mm e aumento do valor da força de 1000kgf a 4000kgf é suficiente para extrair o óleo.

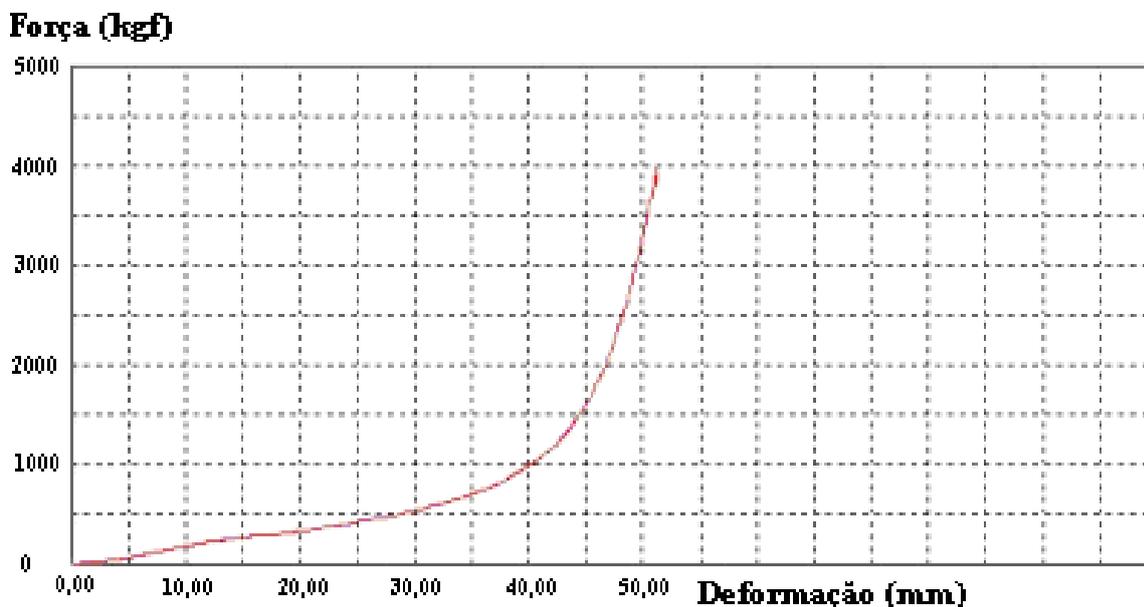


Figura 10. Determinação da força necessária para ocorrer o momento de compactação das sementes e da extração do óleo. Fonte: Mafra, 2008.

A caracterização do óleo obtido por prensagem foi realizado no Laboratório de Análises Químicas da UEMA, esses testes de caracterização física e físico-químicas do óleo contribuíram para avaliar a qualidade do mesmo.

O óleo bruto obtido foi caracterizado conforme a metodologia oficial da AOCS. De acordo com os parâmetros estipulados pela legislação, pode-se observar que tanto para o óleo de mamona bruto quanto o valor de referência da literatura, os valores de índice de peróxido não ultrapassaram o limite estabelecido pela legislação, onde o máximo permitido é de 10 meq.g.Kg-1. O alto valor da acidez pode ser um indicativo de uma má conservação do óleo, que pode ser resolvido por processo de degomagem Tab. (3). Todos os outros resultados estão dentro dos valores de referência.

Tabela 3. Resultados Características Físico-Químicas e Físicas do óleo de mamona bruto e refinado obtido por prensa pistão-cilindro.

Características	Óleo de Mamona Bruto	Óleo de Mamona Refinado	Valores da /AOCS
Índice de acidez (mgKOH.g ⁻¹)	12,33	0,50	4 max
Teor de umidade (g.100g ⁻¹)	0,41%	0,20	
Índice de refração a 40°C	1,472	-	1,466 – 1,4773
Ácidos graxos livres (g.100g ⁻¹ de ácido oléico)	66,53	1,50	-
Índice de Iodo- Método de Wijs (mgI2.100g ⁻¹)	59,75	88,3	81 - 91
Índice de Saponificação (mg KOH.g ⁻¹)	186,68	160	176 0 – 187
Índice de peróxido (meq.Kg ⁻¹)	0,48	-	Max. 10
Densidade (g.mL)	0,88	0,960	-

4. CONCLUSÃO

O equipamento desenvolvido mostrou-se adequado à extração do óleo das oleaginosas mamona e gergelim, este processamento de extração de óleo vegetal ocorreu sem aquecimento do óleo ou da torta, e por conseqüência, sem alteração das suas características mecânicas. Com os procedimentos de fabricação mecânica adquiridos deste equipamento será possível desenvolver estudos mais precisos sobre descascamento das sementes, métodos de filtragem e armazenamento do óleo de alta viscosidade e estudar outras propriedades do óleo, tais como: acidez, cor, viscosidade e índice de iodo. Devido ao fato da prensa ser a batela e de pequeno porte, não é possível o esmagamento de um número maior de sementes, em cada experimento foi utilizado 0,200kg a 0,300kg de sementes, e o rendimento obtido foi o esperado. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais, o rendimento das sementes de mamona é entre 45–50% e das sementes de gergelim é entre 48-55%.

De acordo com as análises químicas o óleo bruto de mamona obtido por prensagem mostrou-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela AOCS.

5. AGRADECIMENTOS

IFMA, UEMA, CNPq e FAPEMA.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, T.C.Q.; Torres, E.A.; Lemos, H.B.; Machado, G.B.. Viabilidade técnica e econômica para implantação de uma micro usina para extração de óleo de mamona. Bahia Análise e Dados. Salvador, v.16, n.1, p. 133-141, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/sementes/rendimento-sementes-oleo.htm>>

BARBOSA, E.S. Capturado em 30 jan. 2010. Disponível na internet, Moreto & Fett, Óleos e Gorduras Vegetais.1999, Pighinelli, A.L.M.T et al. Ciênc e Tecnol. Aliment.66-71,2008.

- CHIERICI, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação Industrial do Óleo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed. Téc.) O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 5, p. 89-120.
- FAGUNDES et al. (2006) Avaliação das propriedades do óleo de mamona na produção de biocombustível, UFRN.
- MAFRA, A. P. S. Projeto: Estudo da extração de óleo vegetal da semente da mamona. São Luís, 2008.
- WILLEMS P. ,*, KUIPERS N.J.M., DE HAAN A.B.. Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modeling of yield and pressing rates. Journal of Food Engineering 89 (2008) 8–16.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

ANALYSIS OF MECHANISMS OF DRIVE MECHANIC / HYDRAULIC ADAPTED TO A PROTOTYPE OF PRESS CILINDRO PARA A PISTON-OIL EXTRACTION PLANT

Ana Patrícia da Silva Mafra, anapathricia@hotmail.com¹

Keyll Carlos Ribeiro Martins, kmartins@sc.usp.br¹

Lorenni Evren Matias da Silva, lorennievren@yahoo.com.br¹

Leandro de Sousa Rosa, leandrorosa@hotmail.com²

Lídia Santos Pereira Martins, lidiamsp@gmail.com²

Dalmo Inácio Galdez Costa, dalmodj@gmail.com³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Av. Getúlio Vargas, nº 04- Monte Castelo - São Luis-MA - CEP 65025-001.

²Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI – Caixa Postal 09 – São Luís – MA.

³Universidade de Campinas, Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, Distrito de Barão, CEP: 13081-970-Campinas-SP

Abstract .This paper deals with the development of a press axial piston-cylinder with hydraulic drive, which allows the extraction of vegetable oils from seeds of oilseeds: castor, sesame and nut. The vegetable oil is extracted in order to produce biodiesel, for this we analyzed the mechanical and chemical properties of vegetable oil. The press can be applied in research laboratories as well as serve as an aid to farming families in the extraction and use of vegetable oils in natura as a way to earn their livelihood. The steps of the dimensional design and manufacture of parts of the press were obtained by means of software and machine tools of the Mechanical Workshop of the IFMA. Initially, to drive the prototype of the axial press was used a hydraulic press of 60 tonnes, which is restricted only to the extraction lab, to make the drive mechanism of the autonomous and practical, was combined with a hydraulic jack with a capacity of 20 tonnes. The installation of the hydraulic jack to the press demanded a structure capable of supporting the working procedures of the extraction process. So that was being built a steel SAE 1045, for the monkey to stay fixed and could apply enough pressure to break the membranes of seeds. After the process of adaptation of the monkey, the mechanism has proven effective in extracting oil from these seeds, so that did not compromise the physical-chemical composition of oil extracted, since not caused by the heat generated by friction as when the population use conventional extrusion presses.

Keywords: pressing, hydraulic press, oilseeds, vegetable oil.