



CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE EXTRAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS UTILIZANDO ESTRUTURA COM PRENSA MECÂNICO/HIDRÁULICO IMPLANTANDO SISTEMA AUTOMÁTICO

Ricardo Medeiros Rodrigues, ricardo.medeiros@engmecanico.com¹

Keyll Carlos Ribeiro Martins, kmartins@ifma.edu.br¹

Ana Patricia da Silva Mafra, anapathicia@hotmail.com¹

Evandro Martins Araújo Filho, evandro2.0@hotmail.com¹

Lídia Santos Pereira Martins, lidiamsp@gmail.com²

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

Gleydson Hiago de Oliveira, gleydson.sousa3@gmail.com¹

Thony Soares de Alencar, thony_ma@hotmail.com¹

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.

Resumo: Neste trabalho foi realizado a otimização de um Sistema de Prensa Hidráulica, utilizando os princípios de Acionamentos de Válvulas Direcionais e Automação de dispositivos mecânicos. A estrutura do corpo e a força do cilindro foram trabalhadas para que seja extraída a melhor proporção de óleos vegetais a partir de sementes oleaginosas, com total segurança do operador e sem esforços manuais. Este projeto tem por finalidade realizar melhorias em outro projeto que construiu a estrutura sem se preocupar com a velocidade e a praticidade exigida nos processos de produção de alguns produtos. A prensa otimizada teve como objetivo prático servir como uma alternativa de inovação tecnológica no uso da extração e uso de óleos vegetais in natura pelos agricultores. Inicialmente, foi levantado de todos os materiais quanto à quantidade e custo de cada um, fazendo simulações em softwares adequados para que diminua os riscos de erro na especificação dos materiais. Após a especificação e aquisição dos materiais, realizou-se a etapa de montagem que foi dividida em etapas da montagem do sistema: Elétrico, Hidráulico e Mecânico. Na etapa de montagem do sistema elétrico, realizaram-se as ligações do motor e do painel. No motor foram feitas as devidas ligações e instalado disjuntor para melhor funcionamento e segurança do item, enquanto no painel foi montado circuito de acionamento elétrico com botoeiras e botão de emergência de fácil acesso, para que seja pressionado caso ocorra alguma anomalia, dando assim, maior segurança ao operador. Posteriormente ao sistema elétrico, foi montado sistema hidráulico e mecânico, montando toda a parte de estrutura e posicionando todas as mangueiras, todas as válvulas, a bomba hidráulica, o macaco e o tanque, todos dispostos conforme o esquema do circuito hidráulico.

Palavras-chave: Prensa Hidráulica, Otimização, Automação, Produtos Sustentáveis, Biocombustíveis

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, mas com melhorias em relação a uma prensa normal, como as prensas axiais pistão-cilindro que realizam processo de extração de maneira automatizada. A prensa axial é simples (em termos práticos) adaptável a diversos tipos de oleaginosas, manutenção rápida.

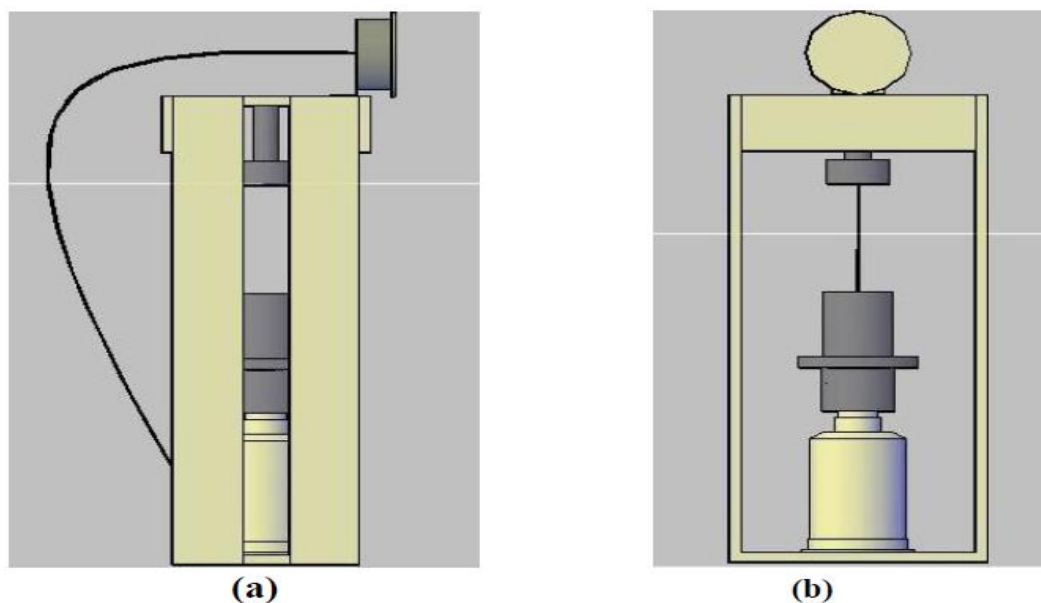


Figura 1: Representação da estrutura já montada com o macaco hidráulico e a prensa, desenhado em AutoCAD 2008. (a) Prensa em vista lateral (b) Prensa em vista frontal.

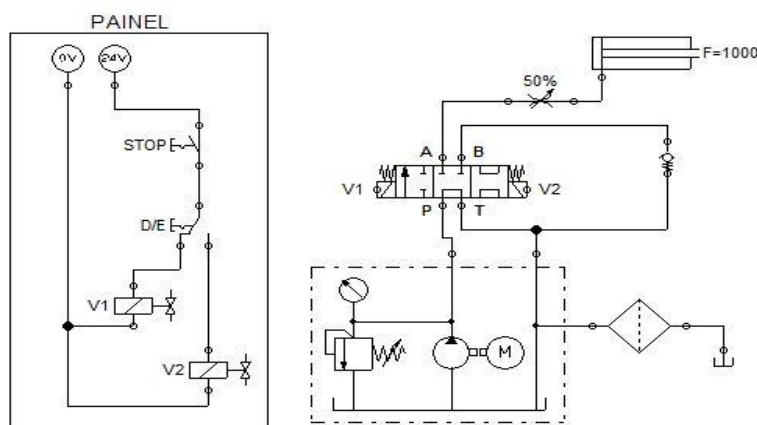


Figura 2: Ilustração do Circuito de Otimização da Prensa e representação da estrutura já montada com o macaco hidráulico e a prensa, desenhado em AutoCAD 2008. (a) Prensa em vista lateral (b) Prensa em vista frontal.

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 das prensas 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 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 previne 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. O processo de otimização viria, neste caso, ser aplicado para tornar este processo mais dinâmico (contínuo) assim tornando o processo mais produtivo e efetivo.

As prensas hidráulicas, como indicada na Figura 3, 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.

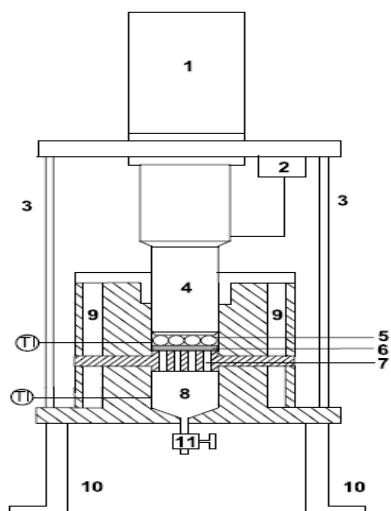


Figura 3: Representação esquemática de uma prensa hidráulica. Fonte: Willems et al. (2008).

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 Figura 4 mostra a porcentagem em peso de óleo extraído em função da pressão aplicada em uma prensa axial para vários tipos de oleaginosas.

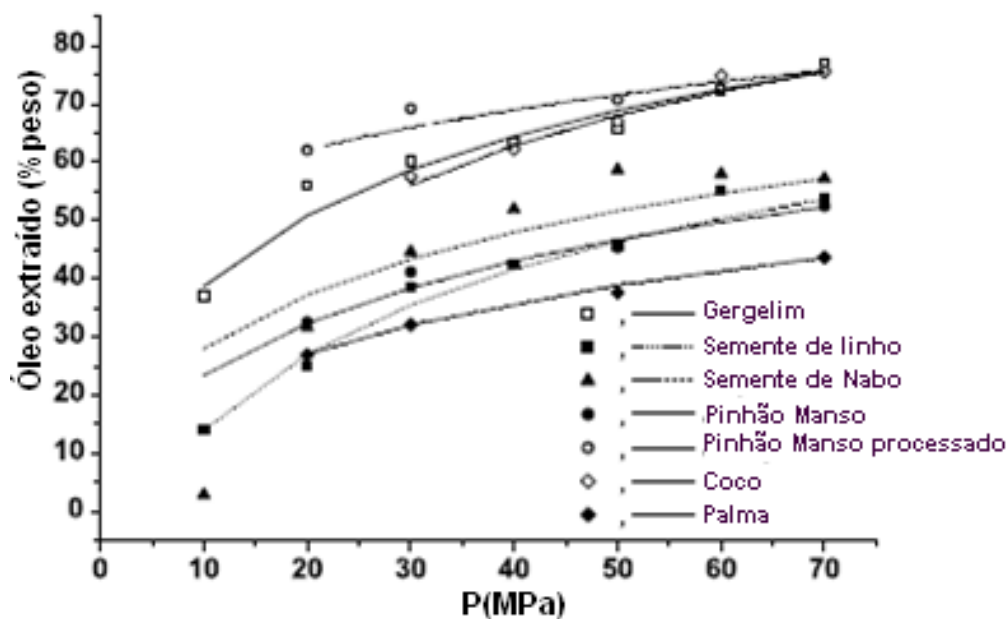


Figura 4: Influência da pressão constante na extração de óleo para diferentes oleaginosas. Fonte: Willems et al. (2008).

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, podem-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 otimizada 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 e visando o custo-benefício do utilizador.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O protótipo da prensa hidráulica otimizada (Fig.5) 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. Quanto aos princípios de Acionamentos Hidráulicos e Automação de dispositivos mecânicos (Fig. 6), será utilizada uma válvula de direcional 4/3 para distribuir a pressão do fluido até ativar o cilindro de simples ação de retorno por mola, o circuito conta ainda com uma bomba hidráulica de capacidade de até 200bar alimentado por motor, além de contar com elementos para proteção do circuito como a válvula de retenção e elementos de alimentação com um tanque para armazenagem do fluido. 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 5: 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.



Figura 6: Elementos do circuito hidráulico da prensa com a sua estrutura antes da montagem.

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, 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 0 a 400 Bar, sendo utilizada uma mangueira hidráulica.

Durante o processo de esmagamento das sementes a uma pressão de 200bar, há a aplicação de esforços em toda a estrutura, conforme o indicado na Figura 7.

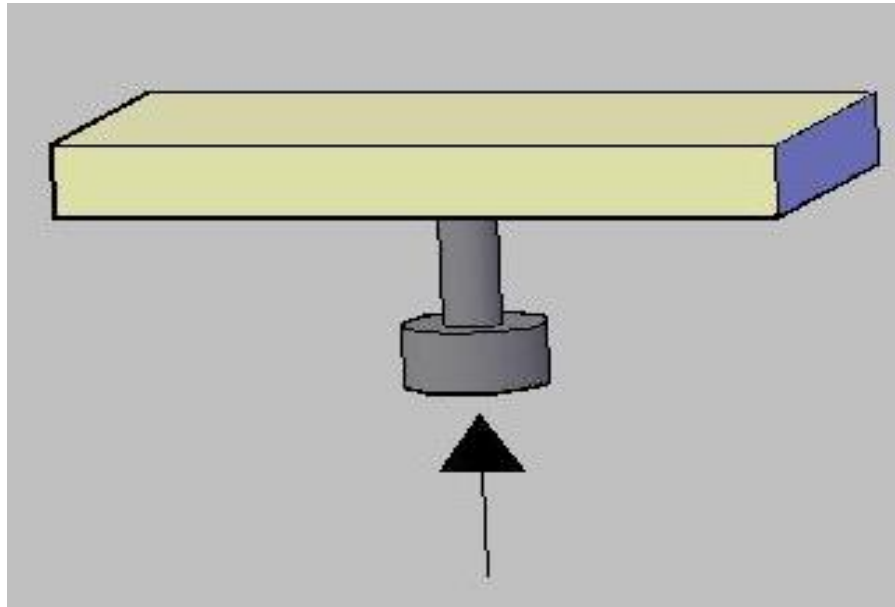


Figura 7: Esquematização do esforço que são aplicados na estrutura.

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:

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

$$P = 200 \text{bar}$$

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

$$F = P \cdot A$$

$$F = 2 \cdot 10^7 \cdot \pi \cdot (3,535 \cdot 10^{-2})^2$$

$$F = 2 \cdot 10^7 \cdot \pi \cdot 12,50 \cdot 10^{-4}$$

$$F = 78500 \text{N}$$

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 200bar. As reações consideradas assemelham-se com uma carga concentrada.



Figura 8: Estrutura com Prensa Mecânico/Hidráulico e detalhes do copo onde é extraído o óleo.

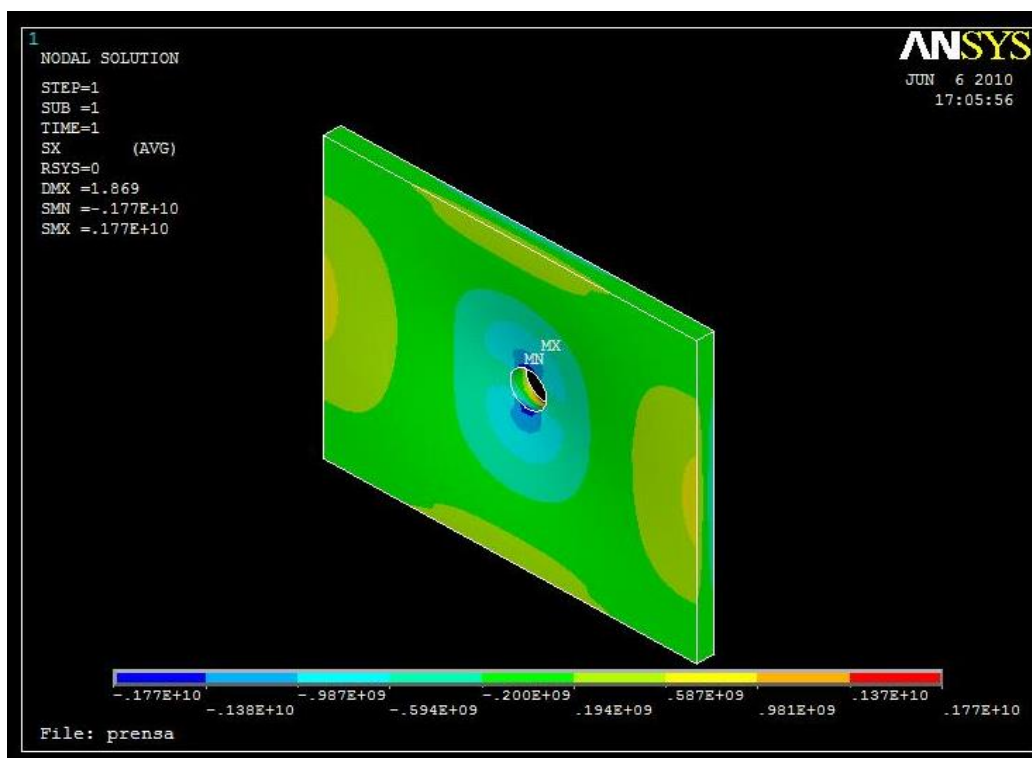


Figura 9: Representação do comportamento da parte superior da estrutura no momento da extração de óleo, feita no programa ANSYS.

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, para se obter uma melhor visualização do equipamento antes e depois da montagem e as dimensões necessárias para a prensagem. Foram feitas análises com base na extração de óleo de mamona.

Tabela 1: Resultados experimentais (estimativas) 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 200bar			
	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

4. CONCLUSÃO

O equipamento desenvolvido, a princípio o protótipo, mostrou-se adequado à extração do óleo (oleaginosa mamona), este processamento de extração de óleo vegetal ocorreu sem aquecimento do óleo ou da torta, e por consequência, sem alteração das suas características mecânicas. 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. Quanto ao sistema de otimização, espera-se que a prensa possa funcionar conforme o planejado e atender a demanda (atividade de extração), além de testar e levantar oportunidades para tornar mais eficiente, assim como avaliar a inserção dos itens utilizados para automatização, avaliar a o fator de segurança do sistema e desenvolver o equipamento para confecção ao custo mínimo.

5. AGRADECIMENTOS

IFMA, UEMA, CNPq e FAPEMA.

6. REFERÊNCIAS

- Andrade, T.C.Q.; Torres, E.A.; Lemos, H.B.; Machado, G.B., 2006, 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.
- Associação Brasileira das Indústrias de Óleos, 1999,. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/sementes/rendimento-sementes-oleo.htm>> Acessado em maio de 2014.
- Barbosa, E.S., 2008, Acessado em janeiro de 2014.
- Chierici, G. O.; Claro N. S., 2001, 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. cap. 5, p. 89-120.
- Fagundes et al., 2006, Avaliação das propriedades do óleo de mamona na produção de biocombustível, UFRN.
- Fialho, A. B, 2002, "Automação Hidráulica", Ed. Erica, São Paulo, Brazil, pp. 41-77, 101-169.
- Mafra, A. P. S., 2008, Projeto: Estudo da extração de óleo vegetal da semente da mamona. São Luís.
- Mafra, A. P. S., 2010, Análise de Mecanismos de Acionamento Mecânico/Hidráulico Adaptados a um Protótipo de Prensa Pistão-Cilindro para a Extração de Óleos Vegetais. São Luís.
- Pighinelli, A.L.M.T et al., 2008, Ciência e Tecnologia dos Alimentos.66-71.
- Willems P. *, Kuipers N.J.M., De Haan A.B., 2008, Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modeling of yield and pressing rates. Journal of Food Engineering 89, pp.8-16.

7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluídos neste trabalho.

OPTIMIZATION OF EXTRACTION SYSTEM OF VEGETABLE OILS USING STRUCTURE WITH PRESS MECHANICAL HYDRAULIC SYSTEM IMPLEMENTING AUTOMATIC

Ricardo Medeiros Rodrigues, ricardo.medeiros@engmecanico.com¹

Keyll Carlos Ribeiro Martins, kmartins@ifma.edu.br¹

Ana Patricia da Silva Mafra, anapathicia@hotmail.com¹

Evandro Martins Araújo Filho, evandro2.0@hotmail.com¹

Lídia Santos Pereira Martins, lidiamsp@gmail.com²

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

Gleydson Hiago de Oliveira, gleydson.sousa3@gmail.com¹

Thony Soares de Alencar, thony_ma@hotmail.com¹

¹Federal Institute of Education, Science and Technology of Maranhão, Av. Getúlio Vargas, 4, Monte Castelo – CEP 65000-000, São Luis, MA, Brasil.

²Maranhão State University, City University Paul VI– Av. Tirirical S/N, Tirirical – CEP 65055-970 - São Luis, MA – Brasil

Abstract. *In this paper the optimization of a system Hydraulic Press was performed, using the principles of the Way Valves Actuators and Automation of mechanical devices. The body structure and strength of the cylinder were worked so that you extract the best proportion of vegetable oils from oilseeds, with complete operator safety and without manual effort. This project aims to make improvements on another project that built the structure without worrying about speed and convenience required in the production processes of some products. The optimized press practical goal was to serve as an alternative of technological innovation in the use of extraction and use of vegetable oils in natura by farmers. First of, was raised all materials for quantity and cost of each, making simulations appropriate to diminish the risk of errors in the specification of materials software. After the specification and acquiring of materials, it was held the assembly stage which was divided into steps of assembly of the system: Electrical, Mechanical and Hydraulic. To the mounting stage of the electrical system, was realized the motor connections and the panel. The engine the proper connections and circuit breaker installed for better performance and reliability of the item were made while the panel was mounted electric drive circuit with buttonholes and easily accessible emergency button is pressed so that if an abnormality occurs, thus giving greater operator safety. After the electrical system, hydraulic system was assembled and mechanical riding everywhere structure and positioning of all hoses, all valves, hydraulic pump, hydraulic jack, reservoir and other components all arranged according to the diagram of the hydraulic circuit to meet the project proposal.*

Keywords: *Hydraulic Press, Optimization, Automation, Sustainable products, biofuels*