

CHRISTIAN VALCIR KNIPHOF DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO CÁRTAMO COMO CULTURA ENERGÉTICA**

CASCADEL  
PARANÁ – BRASIL  
NOVEMBRO - 2016

CHRISTIAN VALCIR KNIPHOFF DE OLIVEIRA

## **ANÁLISE DO CÁRTAMO COMO CULTURA ENERGÉTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, para título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos  
Co-orientador: Prof. Dr. Reinaldo Aparecido Bariccatti  
Co-orientador: Prof. Dr. Jair Antônio Cruz Siqueira

CASCADEL  
PARANÁ – BRASIL  
NOVEMBRO - 2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

O46a

Oliveira, Christian Valcir Kniphoff de  
Análise do cártamo como cultura energética./Christian Valcir Kniphoff de  
Oliveira. Cascavel, 2016.  
38 f.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos  
Coorientador: Prof. Dr. Reinaldo Aparecido Bariccatti  
Coorientador: Prof. Dr. Jair Antônio Cruz Siqueira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Campus de Cascavel, 2016  
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia de Energia na  
Agricultura

1. Carthamus tinctorius. 2. Biodiesel. 3. Conversão alimentar de aves  
poedeira. I. Santos, Reginaldo Ferreira. II. Bariccatti, Reinaldo Aparecido. III.  
Siqueira, Jair Antônio Cruz. IV. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. V.  
Título.

CDD 21.ed. 662.88  
CIP-NBR 12899

## CHRISTIAN VALCIR KNIPHOF DE OLIVEIRA

Análise do cártamo como cultura energética.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Fontes renováveis e racionalização de energia na agroindústria e agricultura, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



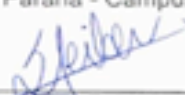
Orientador(a) - Reginaldo Ferreira Santos

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Sílvia Renata Machado Coelho

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Silvana Dias Feiber

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Cascavel, 18 de novembro de 2016

A Deus em primeiro lugar, à minha amada filha Maria, meu queridos pais; Miguel e Dione; às minhas excepcionais irmãs Karen e Suzana e inestimável namorada Gislayne; fontes de todo meu esforço e inspiração.

Dedico.

## ÍNDICE

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>1.INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 ENERGIA E MEIO AMBIENTE .....	3
2.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	4
2.3 BIODIESEL.....	5
2.4 ALIMENTAÇÃO DE AVES.....	5
2.5 CÁRTAMO.....	6
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CAPITULO I. ADIÇÃO DE TORTA DE CARTAMO EM PERÍODO INICIAL PARA AVES DE POSTURA.....</b>	<b>10</b>
4.1. INTRODUÇÃO.....	11
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
4.4. CONCLUSÃO.....	19
4.5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
<b>5. CAPITULO II. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL METÁLICO A PARTIR DE GENÓTIPOS DE CARTAMO.....</b>	<b>23</b>
5.1. INTRODUÇÃO.....	24
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
5.4 CONCLUSÕES.....	32
5.5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
<b>6. CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>37</b>

## LISTA DE TABELAS

### **CÁPITULO I - COMPARATIVO ENTRE MODELOS DE NUTRIÇÃO ANIMAL COM ADIÇÃO DE FARELO DE CARTAMO (*Carthamus tinctorius L.*) EM RELAÇÃO A NUTRIÇÃO TRADICIONAL.**

Tabela 1 - Análise bromatológica realizada na amostra de farelo obtido pela extrusão dos grãos.....14

Tabela 2 - Equações da regressão polinomial das evoluções das biomassas vivas de aves postura submetidas a adição de torta de cártamo, com concentração de 0, 5, 10, 15 e 20%....17

### **CÁPITULO II - VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL METÍLICO DE QUATRO DIFERENTES GENÓTIPOS DE CARTAMO (*Carthamus tinctorius L.*).**

Tabela 1. Características físicas e químicas do biodiesel metílico produzido a partir do óleo de cártamo.....29

Tabela 2. Características físico-químicas do óleo de cártamo.....31

## LISTA DE FIGURAS

### **CÁPITULO I - COMPARATIVO ENTRE MODELOS DE NUTRIÇÃO ANIMAL COM ADIÇÃO DE FARELO DE CÁRTAMO (*Carthamus tinctorius L.*) EM RELAÇÃO A NUTRIÇÃO TRADICIONAL.**

Figura 1: Valores médios de biomassa acumulada viva de aves de postura submetidas a adição de torta de cártamo, com concentração de 0, 5, 10, 15 e 20%.....15

Figura 2: Valor acumulado ao longo do periodo de biomassa viva de aves de postura submetidas a variação na adição de torta de cártamo 0, 5, 10, 15 e 20%.....16

Figura 3: Conversão alimentar, de aves postura submetidas a adição de torta de cártamo em concentrações de 0, 5, 10, 15 e 20%.....18



## RESUMO

Oliveira, Christian Valcir Kniphoff de; M. Sc; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Julho de 2016; **ANALISE DO CÁRTAMO COMO CULTURA ENÉRGICA**; Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos; Coorientadores: Prof. Dr. Reinaldo Aparecido Bariccatti e Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira.

A sociedade volta seus olhos para o futuro e o que vê parece não estar agradando. Aquecimento global e poluição são assuntos recorrentes em todas reuniões de cúpulas internacionais, pois o mundo está buscando uma nova maneira de obter suas principais demandas energéticas e/ou de recursos naturais. A troca da matriz energética atual não vai ser feita instantaneamente, as iniciativas tem se mostrado graduais, painéis fotovoltaicos, aerogeradores e biocombustíveis parecem acenar para um futuro menos catastrófico. Porém, é necessário evoluir, buscar novas fontes, cultivos que tenham maior eficiência, menor ciclo, maior rendimento dentre outras características. Assim, cultivos milenares tem se mostrado eficientes para a solução de problemas atuais. Um destes cultivos é o Cártamo (*Carthamus tinctorius L*), planta milenar que foi fonte de óleo e pigmentos na antiguidade e que será adotado como objeto neste estudo contemporâneo. Dentro deste contexto o presente trabalho organiza-se em duas frentes de pesquisa sendo que a primeira tem por objetivo avaliar a eficácia de um do sub-produto do cártamo no uso em nutrição animal e a segunda busca avaliar a eficácia do óleo de cártamo como possível fonte de bio-combustível pelo método da transesterificação. A contribuição esperada é a chancela do uso do cártamo e seus subprodutos como candidato à expansão da fronteira agrícola energética brasileira na produção de oleaginosas. O objetivo é alterar a concentração da ração tradicional com adição de farelo de cártamo, que será obtido através da extrusão a frio do grão na ordem de 0, 5; 10; 15 e 20 %, com uma concentração triplicada em cada amostra perfazendo um total de 15 amostras. Encontrando resultados satisfatórios obtidos por inferência estatística de 2,1% de farelo na ração convencional. Após esta primeira verificação o estudo parte para uma nova fase de verificação à partir do óleo gerado pela extrusão do cártamo. Esta etapa tem por objetivo avaliar o óleo de cártamo como possível fonte na produção de bio-combustível pelo método da transesterificação, feita a análise de fatores como viscosidade, poder calorífico, índice de acidez, ácidos graxos livre e índices de peróxidos encontrou-se nesses aspectos padrões enquadrados nos estabelecidos pela Agência Nacional do Petróleo. Entendendo com isso se esta é uma candidata para a expansão da fronteira agrícola energética brasileira na produção de oleaginosas.

**Palavras-chave:** *Carthamus tinctorius*, Biodiesel, Conversão alimentar de aves poedeira.

## ABSTRACT

### SAFFLOWER ANALYSIS AS CULTURE ENERGETIC

The society turns its eyes to the future and what seems to be pleasant. Global warming and pollution are recurring issues in all meetings of international summits, because the world is seeking a new way to get their main energy demands and / or natural resources. The exchange of the current energy matrix will not be made in one day, the initiatives has been showing gradually, photovoltaic panels, wind turbines and biofuels seem to wave to a less catastrophic future. However, it is necessary to develop, seek for new sources and crops that have higher efficiency, lower cycle, higher yield and other characteristics. To this end, sometimes the History has shown that in order to find solutions for the future we need to look to the past. So millenarian crops has been proven effective nowadays. One of these crops is Safflower (*Carthamus tinctorius* L), a millenary plant that used to be an oil and pigment source and which will now be adopted as an object of study. Within this context, this work is organized in two research fronts and the first one is to evaluate the effectiveness of a safflower by-product and its use in animal feed, and the second one is to evaluate the effectiveness of safflower oil as a possible source of bio-fuel by the transesterification method. The expected contribution is the seal of safflower use and its by-products as candidates for agricultural frontier expansion in Brazil's energy oil production. The intent is to alter the concentration of the traditional diet with addition of safflower meal, which is obtained by cold extrusion grain of 0.5, 10, 15 and 20% order, with a concentration in each sample triplicated in a total of 15 samples. This first step is to analyze the effectiveness of animal growth with the addition of this element in the standard feed. After this first check, there is a new verification phase from the oil generated by the extrusion of safflower. This step is to evaluate the safflower oil as a possible source for the production of bio-fuel by the transesterification method. Analysis of factors, such as viscosity, will be made, calorific value, acid value, free fatty acids and peroxides indexes fall on standards set by the National Petroleum Agency. Understanding it if it is a candidate for the agricultural frontier expansion in Brazil's energy production of oil.

**Keywords:** *Carthamus tinctorius*, Biodiesel, feeding birds conversion.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Ao contrário de fontes finitas de energia como as provenientes do petróleo, as de caráter renovável tem mostrado que apresentam mais vantagens por ser consideradas como um recurso inesgotável (Goldemberg, 1998). Diante desta reflexão constata-se que não é por acaso que este assunto tornou-se hoje prioridade entre as discussões de governantes e especialistas.

Dentro das fontes de energia consideradas renováveis existe um grupo que particularmente promove embates econômicos e que, aos poucos vem tomando espaços nas políticas de desenvolvimento. Trata-se do setor de combustíveis onde atualmente o biodiesel e o álcool estão inseridos no mercado como misturas em baixas porcentagens. As fontes destes combustíveis renováveis são as mais diversas, no caso do biodiesel, além de gorduras animais provenientes de abatedouros destaca-se um grupo de oleaginosas formados por soja, canola, girassol, dendê, crame, cártamo entre outros (EPE, 2015).

Uma das culturas relevante neste contexto é o cártamo (*Carthamus tinctorius L.*). Planta anual e possui ciclo de produção que varia entre 90 a 140 dias. Proveniente de regiões de clima seco é tolerante a frio, à seca e a salinidade (WEISS, 2000). Pode ser cultivada em regiões onde a média anual de precipitação possa ficar mesmo abaixo de 430 mm. O ciclo rápido facilita o uso dessa cultura em consórcio com outros cultivos, fator relevante nos processos de produção (SHARMA e PUREY, 2008).

Na extração de óleo das sementes de cártamo pode-se optar por dois processos: extração com o uso de solventes ou por extrusão. Ambos os processos formam um torta residual que é fonte de proteína bruta e pode ser usada como coproduto na alimentação animal monogástricos. Esta possibilidade pode agregar valor ao cultivo de cártamo além de servir como mais uma forma de diversificar a renda na propriedade (BRAS et al., 2014).

Devido as propriedades terapêuticas do óleo de cártamo existe uma grande demanda pela utilização como medicamento natural, principalmente no controle do peso e colesterol. O óleo pode ser também destinado a produção de biodiesel (CAMPANELLA, 2014).

Embora se perceba as potencialidades de uso deste produto, as iniciativas comerciais, no entanto ainda apresentam-se deficientes. Verifica-se uma certa precariedade nos processo de difusão da planta, visto que como utilização para medicamentos a quantidade consumida é pequena quando comparamos com o consumo de óleos produzidos para obtenção de biocombustíveis (ARANTES, 2011).

Sendo assim, este trabalho busca contribuir no âmbito da pesquisa científica no sentido de enaltecer os potenciais de uso dos sub-produtos do cártamo, seja em forma de óleo ou farelo. O objetivo avaliar a eficácia deste produto na inserção em rações animais bem como seu potencial como agente de energia renovável – quando utilizado na produção de biocombustível.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para que esta pesquisa atinja seus objetivos parte-se de um compilado, um escopo geral dos conceitos pertinentes à temática que se intenta investigar. Sendo assim, temas como energia e meio ambiente, energias renováveis, biodiesel, alimentação de aves e cártamo serão aprofundados visando ofertar um panorama abrangente dos aspectos que influenciarão os resultados da pesquisa. Estes são os pilares que darão suporte a este estudo e poderão subsidiar estudos futuros.

### 2.1 Energia e meio ambiente

Quando se busca avaliar o atual estado de desenvolvimento da sociedade contemporânea em relação à obtenção de energias renováveis e seus efeitos ao meio ambiente percebe-se um descompasso. A sociedade cresce em um ritmo que é desacompanhado das evoluções energéticas limpas, isso acaba gerando maiores emissões de gases nocivos a atmosfera, estes os responsáveis por causar o efeito estufa. As atividades antrópicas emitem 8 bilhões de toneladas de carbono somente na forma de CO<sub>2</sub> todos os anos. Neste contexto a radiação infravermelha é retida e o efeito direto é o aumento da temperatura média do planeta, mais conhecido como aquecimento global (SILVA, 2009).

Diante deste panorama um fato que merece mais uma vez um alerta é o trazido por Gravonski (2007) que expõe a situação das reservas de carvão mineral e petróleo, principais fontes atuais de energia, estarem com seus estoques baixos e, em contraponto, pelos altos custos de sua extração. Os fatores responsáveis por esta situação são a baixa evolução tecnológica e o crescimento populacional que tem sua principal demanda de energia atendida por estas fontes de origem fóssil de caráter não renovável.

Estas características somadas - baixa disponibilidade de energia e crescimento populacional - resultam em uma situação considerada preocupante por toda comunidade científica bem como pelos atuais governantes. Segundo Silva e Monteggia (2009), os gestores conscientes começam a focar suas intervenções no desenvolvimento alternativo de captação de energias de fontes renováveis. Para muitos esta é considerada a única opção para substituição das alternativas advindas de recursos fósseis e que poderá ofertar a sobrevivência da sociedade moderna (ROAF, 2009).

## 2.2 Energias renováveis

No âmbito das energias renováveis destaca-se a energia solar. Ela atua como fonte responsável pela quase totalidade das energias consideradas renováveis. É responsável por promover o crescimento das plantas, o ciclo de evaporação das águas que move as hidroelétricas e a geração dos ventos necessários para a movimentação de aerogeradores (TOLMASQUIM,2003). Considera-se uma forma segura, constante e renovável de se obter energia, a qual resulta de forma positiva nos impactos ambientais quando comparados às fontes fósseis tradicionais (PACHECO, 2006).

Diante dos estudos das energias renováveis a biomassa merece destaque, trata-se de um grupo de energia proveniente de plantas que são consideradas culturas energéticas. Estas contêm energia oriunda da radiação solar que é liberada de forma direta através da combustão ou processada para gerar uma forma de armazenamento de energia adequado às formas de consumos atuais, tais como o etanol, carvão vegetal e biodiesel (NOGUEIRA e LORA, 2003).

No contexto mundial, as energias renováveis juntas representam 13,2% da energia consumida em 2012 segundo (ABEN., 2017) O Ranking mundial de energia e socioeconomia demonstra que o Brasil figura em quarto lugar com 42,6%. Já a produção de Biodiesel foi no mesmo ano de 10,7%. Entretanto, estudos apontam para uma discrepância significativa entre as fontes energéticas. A Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômica – OCDE, que é formada por países como Canadá, Japão, Alemanha, Estados Unidos, dentre outros, apontam para uma utilização de apenas 5,2% da matriz energética advinda de fontes renováveis. (MME., 2016)

No caso brasileiro, o índice em relação ao uso de fontes renováveis chega a 47,3%, fato que se mostra relevante diante da busca atual pela sustentabilidade do planeta. (EPE, 2010).

Com índice elevado, 32% de utilização apenas advinda da biomassa, o Brasil mostra ter uma grande vantagem na iniciativa de produção de energia limpa. Segundo Stabach et al. (2010) o fato se deve a diversificação das matérias primas, solo fértil e clima heterogêneo que aliado a promoção de combustível gera indiretamente como sub produto fontes para nutrição animal (MOURAD., 2006).

Embora as projeções para o futuro indiquem que a importância da biomassa deva estar entre 10 a 20% no fim desse século, vale lembrar que ela representava 85% no ano 1850. A atual indústria de biomassa no Brasil se baseia fundamentalmente na indústria de etanol

proveniente da cana de açúcar, biodiesel derivado de óleos vegetais e do uso de materiais de biomassa de lignocelulose. Todos estes elementos advindos da biomassa são provenientes da maximização da eficiência de conversão de luz solar, água e nutrientes em biocombustíveis (GOLDEMBERG, 2009).

### **2.3 Biodiesel**

O diesel é utilizado como combustível há mais de um século, apesar da larga utilização do diesel de origem mineral sua concepção em 1897 foi elaborada valendo-se de propriedades de óleo vegetal. Atualmente esse óleo é classificado como mono-alkiléster de ácidos graxos é obtido por um processo conhecido como transesterificação o qual transforma triglicerídeos e moléculas menores de ésteres graxos resultando em biocombustível e glicerol.

Quando atinge limites preconizados pela Agencia Nacional do Petróleo – ANP pode ser classificado como Biodiesel que pode ser misturado com diesel mineral (B5, 5%, B10, 10%) até na forma pura, intitulado B100, 100%. Esta se mostra uma alternativa viável já que os motores não necessitam de alterações (FERRARI et al., 2005).

As fontes de cultivo para a produção de biodiesel vem de um grupo de culturas energéticas, dentre as que merecem destaques estão: o soja, responsável por 75,2% do biodiesel gerado no Brasil seguido por 1,7% do algodão e outros materiais graxos com menos de 1% EPE (2015) como as culturas de girassol, dendê, pinhão manso, mamona. (MOURAD, 2006).

Entretanto, algumas destas culturas são utilizadas também como fonte de alimentos, dentre elas o milho, soja e girassol. Fato este condenado por alguns pesquisadores que vêem um problema de competição que pode acarretar um aumento no preço dos alimentos. Portanto, a busca de espécies com dupla finalidade, maior eficiência ou não concorrência com o mercado de alimentos é de fundamental importância afim de justificar a troca da matriz energética pelas renováveis, especialmente a utilização de oleaginosas (SILVA e MONTEGGIA, 2009).

### **2.4 Alimentação de aves**

Dentro da diversidade da cadeia produtiva de alimentos o setor avícola possui papel destacado. Segundo dados da União Brasileira de Avicultura – Ubabef o setor avícola figura entre os principais setores de produção alimentícia no contexto brasileiro ofertando 3,5

milhões de empregos diretos e indiretos o que movimenta em média R\$ 36 bilhões de reais anualmente. É também responsável por 1,5% do Produto Interno Bruto – PIB e, segundo MS (2014) 25% dos lares Brasileiros tem nas aves sua principal fonte de proteína.

Um dos fatores mais impactantes nessa atividade é o sistema de nutrição animal. Segundo Schmidt (2004) a representatividade da ração nos custos de produção varia de 55,28 a 56,88% do valor final. Portanto, a possibilidade de obter uma variação positiva na conversão alimentar impactaria significativamente na ordem de bilhões em todo o setor.

Em síntese a alimentação de frango de corte é composta por proteína, minerais e aminoácidos. Sua fonte mais comum são sub-produtos advindos do agronegócio. Segundo Strada et al. (2005) a composição básica das rações animais utilizadas são em média 60% provenientes de extração de oleaginosas. E, neste sentido esta pesquisa passa a ser uma contribuição no intuito de apresentar uma alternativa potencial a partir do farelo de cártamo.

## 2.5 Cártamo

O cultivo de oleaginosas é uma prática comum no agronegócio nacional, porém quase que em sua totalidade a fronteira agrícola é ocupada por culturas de soja e milho. O domínio destas culturas é prejudicado em sua expansão quando proposto em terras que não possuem ambiente favorável ao seu cultivo. No entanto, o cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) da família Asteraceae apresenta características de alta resiliência. É uma planta resistente a altas temperaturas e climas comuns no semiárido brasileiro (OELKE et. al, 1992). Proveniente da Ásia onde é apreciado, entre outras coisas, por produzir um óleo rico em teor de ácido linoleico 75%. Este óleo é conhecido por reduzir o nível de colesterol no sangue, ou seja, atua de forma significativa na área da saúde humana (DAJUE e MUNDEL, 1996).

Com ciclo produtivo rápido, 130 a 140 dias e altura média de 30 a 150cm pode ser consorciada a outras culturas no semiárido obtendo uma produção de 1000 a 3000Kg / hectare (SAFFLOWER PRODUCTION TIPS,2001). Sua semente possui teor de óleo de 35 a 50% de ácidos graxos insaturados e seu consumo é muito difundido na forma de capsulas in natura devido aos benefícios à saúde (GALAVI, 2011).

Seu cultivo é difundido no mundo com diferentes utilidades a exemplo na Europa é usado como ornamentação e na Ásia como fonte de pigmentação (ROCHA,2005). Suas características bromatológicas e de produção de óleo, no entanto tem chamado atenção, visto que o farelo gerado por sua extrusão é utilizado por seus produtos mundo a fora como ração



animal. (LANDAU et. al., 2004) e (POSSENTI et. al, 2010) destacam a quantidade de 35% de proteína em seu farelo que pode ser usado na alimentação de ruminantes e monogástricos.

Sua utilização como cultura consorciada já é difundida em países como Índia, Argentina e México onde o mesmo sucede culturas como soja e trigo. Essa demanda é proveniente da crescente busca destes países por fontes de óleos vegetais de alta qualidade. A ausência de uma tradição na produção de cártamo reduz a possibilidade de se obter seus benefícios dentre eles o potencial de 40% de óleo em seus grãos o que vem respondendo de forma positiva nos países que o vem adotando (GIAYETTO et. al,1999).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR. **Ranking Mundial de Energia e Socioeconomia.** 2017 Disponível em: <http://www.aben.com.br/Arquivos/311/311.pdf> Acessado em 22 de Janeiro de 2017.

ARANTES, Alcides Meneghelli. **Cártamo (*Carthamus tinctorium L.*) Produção de biomassa, grãos, óleo e avaliação nutritiva da silagem.** Instituto de Zootecnia, Nova Odessa / São Paulo, 2011.

BRÁS, Patricia; POSSENTI, Rosana Aparecida; BUENO, Mauro Sartori; CANOVA, Erika Brenda; SCHAMMAS, Eliana Aparecida. Avaliação nutricional de coprodutos da extração de óleos vegetais em dieta de ovinos. **B. Indústria Animal.**, v.71, n. 2, p. 160-175, 2014.

CAMPANELLA, Luciane Coutinho de Azevedo; SILVA, Aline Correa da Silva ; FREYGANG, Joseane; MAGRO, Débora Delwing Dal. “Efeito da suplementação de óleo de cártamo sobre o peso corporal, perfil lipídico, glicídico e antioxidante de ratos wistar induzidos a obesidade” **Revista Ciência Farmaceutica Básica e Aplicada.**, 2014;35(1):141-147 ISSN 1808-4532

DAJUE, Li; MUNDEL, Hans Henning. **Safflower: *Carthamus tinctorius L.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops.** Gaterslaben: Institute od Plant Genetics and Crop Plant Research; Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 83 p.

Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanco Energético Nacional 2015:** Ano base 2014 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro : EPE, 2015. Brazilian Energy Balance 2015 Year 2014 / Empresa de Pesquisa Energética – Rio de Janeiro: EPE, 2015.

FERRARI, Roseli Aparecida; OLIVEIRA ,Vanessa da Silva; SCABIO, Ardalla. Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Revista Química Nova**, v. 28, n.1, p. 19-23, 2005.

GALAVI, Mohammad; ROMROUDI, Mahmoud; TAVASSOLI, Abolfazl. Effect of micronutrientes foliar application on yield and seed oil content of safflower (*Carthamus tinctorius*) **African Journal of Agricultural Research**, v.7(3) p .482-486, 2012.

GAVRONSKI, Jorge Dariano. **Carvão Mineral e as Energias Renováveis no Brasil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRS. Porto Alegre, 2007.

GIAYETTO, O.; FERNANDEZ, E.M. ASNAL, W.E, CERIONI, G.A, CHOLAKY. L, Comportamento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en la region de Rio Cuarto, Cordoba (Argentina). **Revista Investigación Agraria – Producción y Protección Vegetales**, v.14, n. 1-2 p. 203-215,1999.

GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. **Quimica Nova**, v. 32, n. 3, p. 582-587, 2009

LANDAU, S.; FRIEDMAN, S; BRENNER, S; BRUCKENTAL, I; WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G; HEN,Y; DVASH, L; LESHEM, Y. The value of safflower (*Carthamus tinctorius*) hay and silage grow under Mediterranean conditions as forage for dairy cattle. **Livestock Production Science**, v.88, p. 263-271, 2004.

MOURAD, Anna. Lúcia. **Principais culturas para obtenção de óleos vegetais combustíveis no Brasil**. Encontro de Energia no Meio Rural, 2006. Disponível em: <<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v2/099.pdf>>. Acesso em: 28 de junho de 2016.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; LORA, Electo Eduardo Silva. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

OELKE. E. A.; OPLINGER, E.S ; TEYNOR, T.M ; PUTNAM, D.H; DOLL, J.D.; KELLING, K.A ; DURGAN, B.R ; NOETZEL, D.M. **Sfflower: alternative field crops manual**. Wiscossin: Cooperative Extension, 2011. Disponível em: <<https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/safflower.html>>. Acesso em: 28 de junho de 2016.

PACHECO Fabiana. **Energias Renováveis: breves conceitos. Conjuntura e Planejamento**, n.149, p.4-11, Salvador: Out., 2006.

POSSENTI, R. A.; PAULINO, V.T . Composição da torta de cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e perfil de ácidos graxos dos óleos extraídos. 47ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** UFBA, 2010.

ROAF, Sue; CRICHTON, David; NICOL, Fergus. **A Adaptação de Edificações e Cidades às Mudanças Climáticas: um guia de sobrevivência para o século XXI**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

**SAFFLOWER PRODUCTION TIPS**. Washington State University, College of Agriculture and Home Economics., 2001.

SILVA, Fernanda Vargas e ; MONTEGGIA, Luis Olinto. Uso de biomassa de algas provenientes de sistemas de tratamento de Esgoto como alternativa na produção de bioenergia. In: 4º 9 CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA. 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: REMADE, 2009.

SHARMA, N. C.; PUREY, S. **Safflower - An Ancient Wonderful Crop**. In: MUKHERJE, S. P. Everyman's Science. 3 ed. [S.l.]: [s.n.], v. XLIII, 2008.

STABACH C. G.; BASTOS R. K.; GOMES L. F. S.; STREMEL D.; MARRA B. M.

Avaliação do número de pedidos de patentes e publicações científicas em biocombustíveis entre 1998 e 2010. IN: 5º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA. BIOTECH FAIR 2010, 2010, Curitiba. **Anais...** Curitiba: REMADE,2010.

STRADA, Evani Souza de Oliveira; ABREU, Ricardo Duarte; OLIVEIRA, Gabriel Jorge Carneiro de; COSTA, Maria do Carmo Martins Marques da; CARVALHO, Grimaldo Jorge Lemos de; FRANCA, Anquises Souza; CLARTON, Lana.; AZEVEDO, James Lester Magalhães de. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2369-2375, 2005.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiommo. **Fontes Alternativas de Energia no Brasil**. 2ª Ed.. 515 p. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2003.

WEISS, E. **Safflower. Oilseed Crops**. Victoria: Blackwell Science Ltd., 2000.

#### 4. CAPITULO I

### ADIÇÃO DE TORTA DE CARTAMO EM PERÍODO INICIAL PARA AVES DE POSTURA

#### RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo que visa avaliar a evolução do crescimento de aves de postura do décimo ao quadragésimo dia de idade submetido à alimentação com adição de torta de cártamo. O procedimento adotado foi medir durante o período experimental a biomassa viva e calcular a conversão alimentar. O estudo foi conduzido em gaiolas de postura, cada tratamento continha 3 tratamentos que a eles foram ofertada rações com concentrações diferentes de adição de 0, 5, 10, 15 e 20% de torta de cartamo adicionados a ração inicial de postura. O aumento da adição crescente de torta de cártamo com a amplitude de variação de 5 pontos percentuais apresentou efeito negativo no ganho de massa quando comparado ao tratamento que não recebeu a torta. A adição de torta de cártamo de 2,1% na ração padrão apresentou o ponto de melhor conversão alimentar 1,49 Kg/Kg.

**PALAVRAS-CHAVE:** cártamo, torta, nutrição de galinhas.

#### NUTRITION MODELS OF COMPARATIVE ANIMAL WITH SAFFLOWER BRAN ADDITION , SUB PRODUCT OF OIL EXTRACTION.

The present work presents a comparative study that aims to evaluate the hens profit evolution of mass with 30 days of age subjected to feeding with crumb addition of safflower, by-product of the oil's extraction by the extrusion method. The adopted proceeding was the analysis of its evolution as well as the importance evaluation for mass and the food conversion calculation. This analysis took place for a period of 30 days of form scheduled and the experiments varied between percentages added to a ration of known and used in poultry farming bromatology standards. The adopted percentages were defined in: E0 – 0 % of crumb of safflower + 100 % ration; E1 - 5 % of crumb of safflower + 95 % of ration; E2 - 10 % of crumb of safflower + 90 % of ration; E3 - 15 % of crumb of safflower + 85 % of ration; E4 – 20 % of crumb and safflower + 80 % of ration. After the evaluation was drawn an answer profile to understand the limit which safflower quantity must be added to the conventional feed, in a way of reaching bigger rates of mass profit which will turn into animal growth efficiency.

**KEYWORDS:** SAFFLOWER, BRAN, CHICKEN NUTRITION.

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura segundo Lana et al. (2001) está entre as áreas que mais avançou no agronegócio no sentido da industrialização. Um dos méritos deste avanço se deve a cadeia produtiva que possui estabilidade dada ao fato da ração administrada ter características particulares que contribuem para potencializar o processo de crescimento animal. Algumas destas características estão vinculadas à adoção da lisina para auxiliar a síntese da proteína muscular do animal conforme os estudos de Rocha et al. (2006) e ao fósforo, que de acordo com Resende et al. (2008) tem fundamental papel no desenvolvimento dos ossos.

O desenvolvimento animal possui fases específicas que iniciam nos primeiros dias com o ganho de massa quase equivalente a massa consumida, entretanto é observado com o crescimento uma correspondente diminuição da conversão alimentar. Neste contexto ressalta-se a importância da investigação a respeito das fontes alimentares, suas composições e posologia. Segundo Strada et al. (2005) uma ração enquanto composição alimentar é caracterizada em um alimento onde 60% da composição é torta proveniente da extração do óleo de uma oleaginosa. Sendo assim, destaca-se a importância da busca por substâncias que possam agregar valor nutricional e proporcionar um crescimento satisfatório às aves.

Estas análises separam os componentes que se quer analisar em frações de digestibilidade e metabolização previsíveis de onde se obtém a composição real do alimento. Esta informação é de extrema relevância para que se possa formular uma alimentação balanceada e com as quantidades corretas de nutrientes. Considera-se que, atualmente a composição da ração comercial vale-se de alguns fatores para maximizar a conversão alimentar. Esta conversão alimentar aborda a maneira como se mede a evolução da massa da espécie estudada, é fato amplamente utilizado em cálculos de viabilidade econômica de criações. É através da conversão alimentar, por exemplo, que se define a melhor data para o abate. Seu cálculo é obtido através da divisão do ganho da massa pela quantidade de ração consumida (MENDES; PATRICIO, 2004).

Diante da composição torta produzida a partir da cadeia produtiva de oleaginosas, sua maior aplicação é em rações para nutrição animal. Entretanto, o método utilizado atualmente em larga escala pouco contribui para uma torta de qualidade e ainda possui elevado custo para purificação, pois o óleo é obtido através de reações com solvente, em especial os Hexanos. Já as tortas que são provenientes de extrusão e denominados de farelo orgânico ou torta apresentam menores custos para nutrição animal (SILVA, 2012). Neste contexto de produção as culturas mais utilizadas são o soja, milho e girassol, espécies que

historicamente são utilizadas como alimento para criações.

As culturas oleaginosas integram, conforme Salvador et al. (2009), um grupo maior de plantas denominado culturas energéticas as quais contribuem, além do fator nutricional, de forma significativa na obtenção de combustíveis a partir de fontes renováveis. Existe, portanto na produção de oleaginosas, afora este caráter nutricional, um viés ambiental e econômico destacado. Segundo Santos e Silva (2015) dentre as várias opções de oleaginosas existe a cultura do cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) que possui boa adaptação ao clima semiárido e apresenta uma boa resiliência às condições de ausência de água. Soma-se a estes fatos a consideração de Lima (2014) que apresenta o cártamo como uma boa opção quando consorciada a outros cultivos na agricultura familiar devido a características biológicas.

De acordo com Sampaio; Costa (1968) e Oelke et al. (1992) o cártamo como uma planta oleaginosa é cultivada visando a obtenção de óleo que é extraído a partir do grão. Porém, o cártamo já foi fonte para constituição de tintas bem como nutrição animal. Utilizado atualmente em larga escala por praticantes de atividades físicas é rico em ácidos graxos, nutriente comum encontrado em carne de peixes, especialmente ômega 3,6 e 9. Logo este óleo tem uma associação, chancelada por grande parte dos profissionais da nutrição, como agente de emagrecimento saudável (CAMPANELLA et al., 2014).

Ainda segundo Pintão et al. (2008) e Koyama et al. (2006) predomina neste óleo os ésteres glicerídeos de ácidos graxos insaturados (90%). O óleo obtido do cartamo também é rico em ácidos graxos essenciais, em que o ácido oleico (w-9) representa 20 a 30% e ácido linoleico (w-6), 70 a 87% na composição. Além disso, é ainda uma fonte rica em  $\alpha$ -tocoferóis, desempenhando assim potente ação antioxidante (EKIN, 2005; VOSOUGHKIA et al., 2011).

No contexto da obtenção do óleo existem diferentes formas de extração, a artesanal quando o grão é submetido a cozimento intensivo com água e ao final se obtém o óleo separando-o na forma de material sobrenadante Deus (2008). Na extração por solventes os grãos são submetidos a uma mistura que resulta em soluto e solvente que para ser retirado é necessário um processo de evaporação Geankoplis (2003). Já na extrusão, por não se valer de gás ou solvente, as propriedades naturais do grão são preservadas. (MORETTO et al., 1998).

Segundo (Hy-line., 2016) as aves poedeiras devem ter ao final da 7 semana na média 513 gramas, para que atinjam na 18 semana a massa desejável de 1100 gramas no mínimo, logo é possível prognosticar que a mesma obtenha assim ovos com massa satisfatória.

Estudos semelhantes ao trazido por esta pesquisa foram realizados por Waldroup et al. (1970) com farelo de girassol o qual concluiu que o índice de 20% é o nível máximo de farelo de girassol em rações para frangos de corte sem suplementação de aminoácidos. Estes

valores mais tarde foram comprovados por Valdivie et al. (1982) e ainda por Zatari e Sell. (1990) que concluíram que o farelo pode compreender até 30% no âmbito de uma ração balanceada.

A fim de proporcionar conhecimento sobre a eficácia da adoção da torta de cártamo como um aditivo nutricional na alimentação de aves o objetivo deste trabalho é avaliar a concentração de mistura entre torta de cártamo e ração, adequada para ganho de massa viva em aves de postura.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo que investiga o crescimento de aves adotou-se a espécie *Gallus gallus domesticus* da raça Rhode Island Red, Poedeira Embrapa 031, conhecida somente como Poedeira. Os estudos foram realizados na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), em Cascavel no Paraná no período de março a abril do ano de 2015.

Segundo Comunicado Técnico 347 Embrapa (2003) a raça estudada difere, entre machos e fêmeas, na ordem de 23,52% visto que quando adultos os machos pesam em média 3,85Kg e fêmeas 2,95Kg. Devido fato de fêmeas ser o sexo amplamente criado foi adotada esta para a pesquisa. Os tratamentos foram definidos parte de um conjunto de 3 frangas com 10 dias, sendo 5 amostras, totalizando 15 aves de postura. Estes animais estiveram confinados em gaiolas de 1x0,5x0,2m com 3 divisões, receberam porções de rações diárias, em comedouros infantis 0,5kg de capacidade, de quantidade recomendados por Rostagno e Albino (2005); 48,4g/dia do 10<sup>o</sup> ao 22<sup>o</sup> dia, 136,1 g/dia para o período do 22<sup>o</sup> ao 40<sup>o</sup> dia e nos últimos dois dias 194,4 g/dia.

A torta de cártamo utilizado foi obtido através de extrusão dos grãos. A análise bromatológica deste material e os resultados podem ser verificados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise bromatológica realizada em amostra de torta de cártamo obtido pela extrusão dos grãos.

Variáveis	% na Matéria Natural	% na Matéria Seca
Matéria Seca	93,62	97,41
Matéria Mineral	2,73	2,92
Proteína	19,22	20,53
Extrato Etéreo	20,86	22,28
Fibra em detergente Neutro	45,67	48,61
Fibra em detergente Ácido	32,07	34,25

Fonte: Laboratório de Nutrição e Produção de Aves. UNIOESTE. 2016.

Os tratamentos receberam uma mistura em porcentual por um período de 30 dias que foi baseado em estudos anteriores (WALDROUP et al. 1970; VALDIVIE et al. 1982; ZATARI e SELL, 1990). Neste procedimento um tratamento controle denominado 0% recebeu a ração padrão e tratamentos com adição de porcentual de torta de cártamo com 5, 10, 15 e 20%.

Como dieta padrão foi utilizado a ração cuja bromatologia é conhecida e fornecida pelo fabricante, sendo; Proteína bruta 30%, Energia metabolizável 3000 (Kcal/Kg), cálcio 0,96%, Fósforo 0,45%, Metionina+Cistina 0,89% e Lisina 1,26%.

Com a adição da torta de cártamo as propriedades nutricionais da ração se alteram, todos os dados das análises bromatológicas são pertinentes e a proporção de proteína e lipídeos se destacam. Calculando a influência das porcentagens de adição do farelo de cártamo (torta de cártamo seca) podemos inferir que, para 5% de matéria seca adicionada à ração, são adicionados 1,054% de proteínas e 1,144% lipídeos; para 10%, 2,108% de proteínas e 2,287% de lipídeo; para 15%, 3,161% de proteínas e 3,431%, e para 20%, 4,215% de proteína e 4,574% de lipídeos.

O procedimento de pesagem das aves de cada tratamento foi realizado duas vezes na semana, quartas e domingos, por 30 dias para avaliação de ganho de massa. Após esta medição e à partir dos resultados encontrados para a massa dos frangos foi calculado a conversão alimentar correspondente. Cabe salientar que foi considerada a questão da diferença inicial das massas dos indivíduos pesquisados. A preocupação foi a de não incorrer no erro de analisar somente a evolução do peso, pois os resultados poderiam divergir da evolução proporcionada pelo ganho de massa. Sendo assim, na Figura 2 apresentada no item 3 insere-se a indicação da conversão alimentar realizada onde para o cálculo desta conversão



utilizou-se a seguinte fórmula:  $CA = \text{consumo de ração (g)}/\text{ganho de peso total(g)}$ , obtendo então a unidade de (Kg/Kg); (Kg consumido/Kg ganhado).

Foi realizado uma análise estatística e encontrado a variância, podendo assim definir quais amostras divergem entre si e quais são significativas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

Depois de transcorrido o período de investigação e adotado o método descrito pode-se chegar a alguns resultados em relação ao ganho de massa das aves objetos de estudo e a conversão alimentar resultante.

As médias se mantiveram sem diferença significativa de uma medição para outra, porém todas diferiram quando se intercala uma medição, ou seja, o intervalo de uma semana promove uma diferença significativa entre a média das massas dos tratamentos visto em em análise de variância o DMS resultou em 38,80. Semelhantes a estudos de Lana (2001) que obteve variações biomassa semelhantes.

Na Figura 1 pode ser visto a minimização do efeito da discrepância da massa dos tratamentos, visto que alguns divergiram em até 100 g nas medições. Para tanto foi encontrado a diferença da biomassa de uma medição para a imediatamente anterior, os valores da diferença de biomassa viva entre um tratamento e sua medição diretamente anterior possibilitaram a análise da evolução desconsiderando a massa.

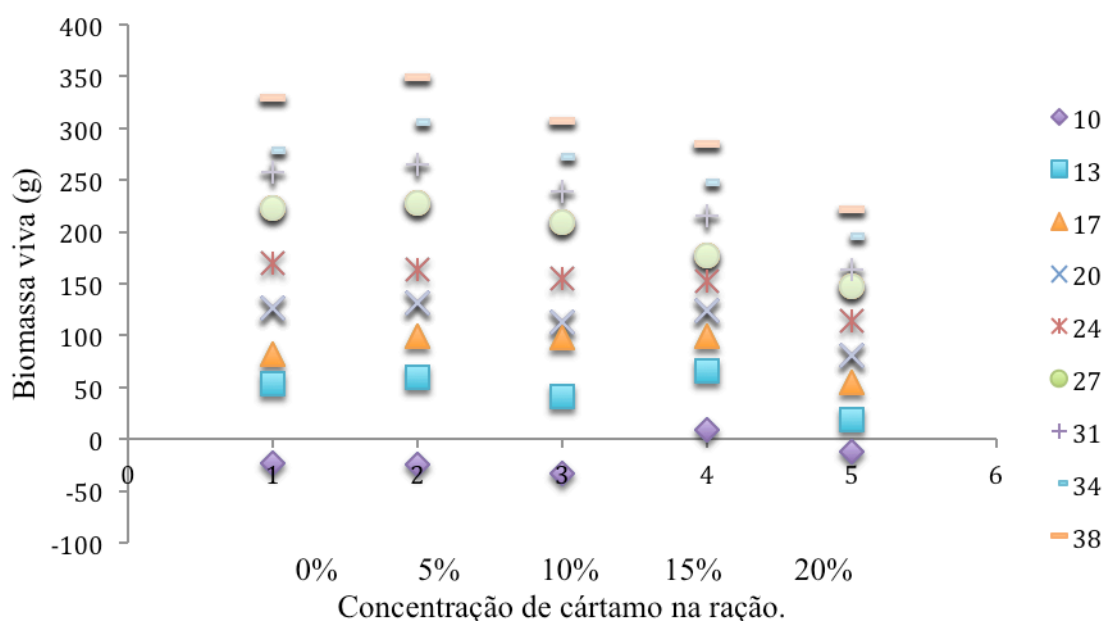


Figura 1: Valores médios de biomassa acumulada viva de aves de postura submetidas a adição de torta de cártamo, com concentração de 0, 5, 10, 15 e 20%.

A análise realizada no período de 30 dias sugere que não existe significativa diferença entre um grupo e o próximo, entretanto percebe-se que o tratamento 0% no final resultou em uma massa média maior. Porém, quando analisa-se a Figura 1 se vislumbra uma melhor evolução na conversão alimentar no tratamento com adição de 5% de torta de cártamo, semelhantes a resultados em estudo semelhante realizado com girassol (BOONSTRA, 2004).

Na Figura 2 é possível verificar o percentual de ganho de massa na medição em relação ao peso inicial do animal demonstrando um ganho de massa significativamente maior do tratamento com 5% de adição ao longo de 6 medições.

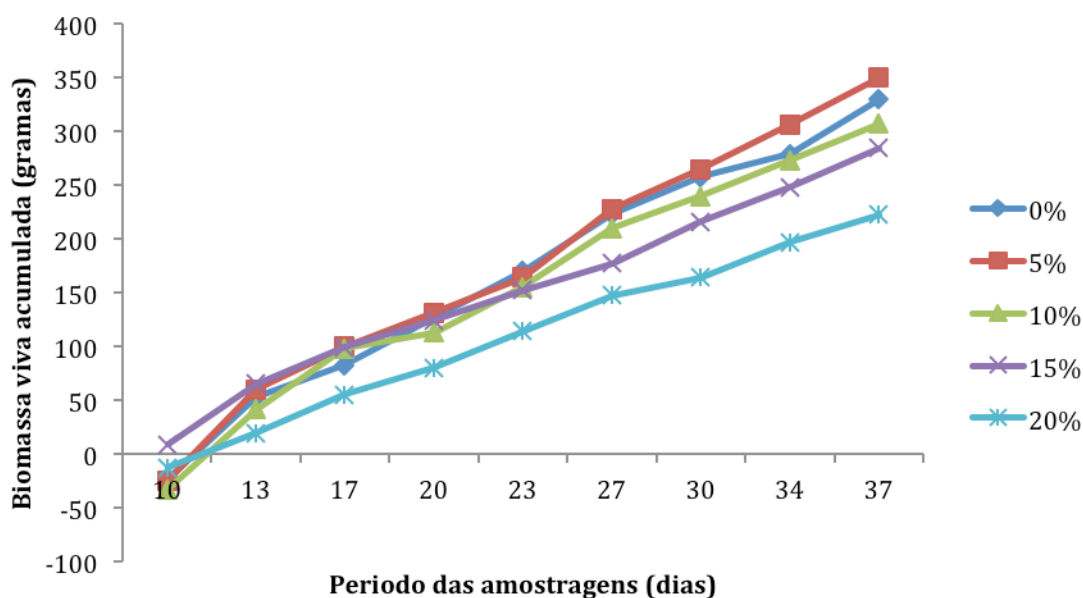


Figura 2: Valor acumulado ao longo do período de biomassa viva de aves de postura submetidas a variação na adição de torta de cártamo 0, 5, 10, 15 e 20%.

A conversão alimentar decresce com o tempo e este é o fator escolhido, por exemplo, para a tomada de decisão sobre o melhor dia para abate, pois a viabilidade econômica do negócio está relacionada com a eficácia da engorda das aves (LUPATINI, 2015).

Na Tabela 2 é possível encontrar as equações referentes a regressão polinomial da evolução das massas ao longo das medições. Os valores mínimos são encontrados na primeira medição e os máximos na última, pois se trata de uma somatória nos ganhos das massas.

Tabela 2 - Equações da regressão polinomial das evoluções das biomassas vivas de aves posturas submetidas a adição de torta de cártamo, com concentração de 0, 5, 10, 15 e 20%.

0%	$Y = -2,0668X^2 + 61,177X - 77,129$	$R^2 = 0,99$
5%	$Y = -0,6882X^2 + 51,331X - 59,502$	$R^2 = 0,99$
10%	$Y = -1,5123X^2 + 55,682X - 74,521$	$R^2 = 0,99$
15%	$Y = -0,2946X^2 + 35,245X - 13,962$	$R^2 = 0,99$
20%	$Y = -0,5534X^2 + 34,789X - 46,771$	$R^2 = 0,99$

Y=Biomassa viva (gramas) X=Idade dos tratamentos (dias) R=Raiz da equação.

Após a 3ª medição é possível perceber uma alternância no ganho de massa, visto que as resposta dos tratamentos se alternavam semanalmente trazendo picos de crescimento não tão vertiginosos o que culminou como observado na Figura 1. As pesagens resultaram em valores que variam em torno do controle que apresentou variação não significativa. Notou-se que da primeira semana para a segunda houve elevação, o que se deve ao fato do estresse sofrido pelos animais com a mudança de local comprometendo a reprodução e engorda destes. (ROMERO, 2004, LUNDBERG, 2005).

Este período considerado de estresse apresenta ter durado os primeiros 3 dias, visto que na segunda medição se observou um ganho de massa. Segundo Sapolsky et al. (2000) existem respostas rápidas para alterações nas concentrações de glicocorticoides o que, rapidamente promove inibição da fisiologia reprodutiva e do comportamento animal.

Na Figura 4 pode ser visto uma evolução no ganho de massa referente à conversão alimentar onde foi retirada uma média dos 30 dias analisados,

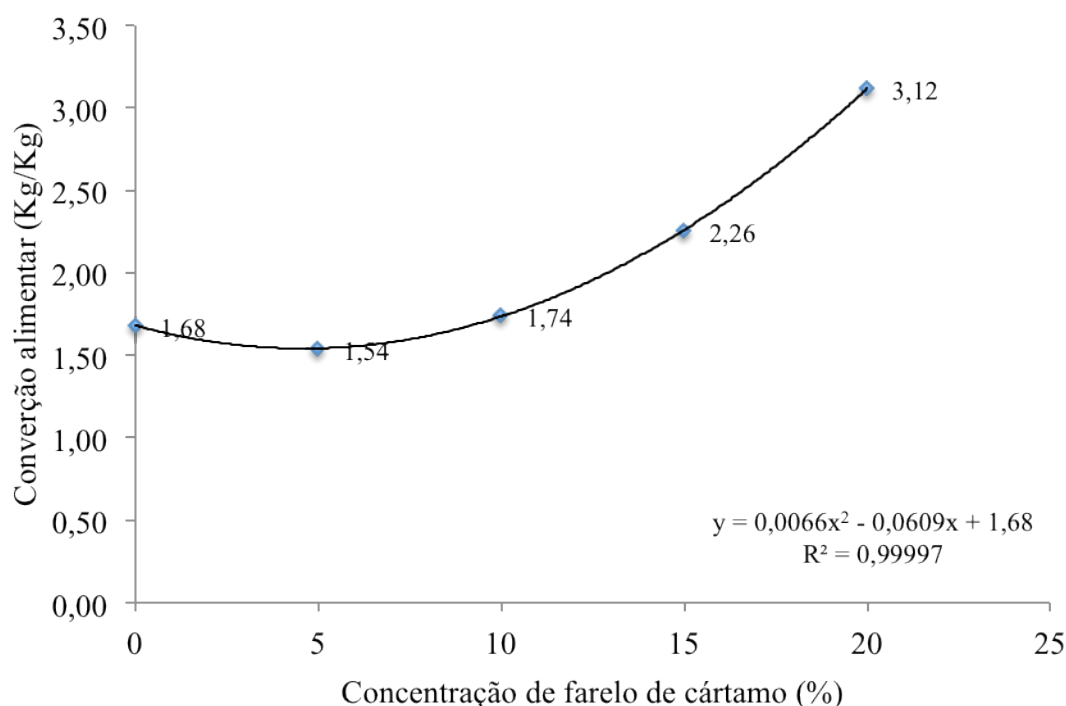


Figura 3: Conversão alimentar, de aves postura submetidas a adição de torta de cártamo em concentrações de 0, 5, 10, 15 e 20%.

Pode-se observar que no tratamento com 5% de torta de cártamo apresentou um resultado com menor consumo em relação a evolução da biomassa viva resultando em uma conversão alimentar de 1,54 kg/kg conforme pode-se verifica, assim como (Waldroup et al. 1970; Valdivie et al. 1982; Zatari e Sell,1990) que encontraram resultados significativos de 5% até 20% de adição de farelo de girassol sem lisina.

Após realizado o período de experimentos notou-se que na adição da torta no tratamento 5%; houve uma pequena diminuição na conversão alimentar, isso demonstra que a adição de 5 % de torta de cártamo contribui com a nutrição de aves. Utilizando a equação proposta por regressão polinomial chega-se ao valor de 2,1% de adição como valor ideal para adicionar na ração padrão. Valor este próximo ao sugerido por Girotto (2012) que, para torta de NEEM (*Azadirachta indica*), encontrou níveis de 3 a 4%.

Na conversão alimentar no tratamento sem adição de torta de cártamo 0% pode-se observar que para atingir a mesma biomassa viva do tratamento com 5% poderiam receber menos ração, pois a conversão alimentar foi mais eficiente e uma redução de 7,47% na oferta de ração sem que houve-se perda de peso como consequência. Segundo Lupatini (2015) o valor de 9 gramas representa uma redução de 25,2 toneladas de ração em um lote padrão.

A ausência da adição de um aminoácido como a lisina pode ser a explicação de maiores adições de torta promoverem valores tão discrepantes, pois a forte presença de ácidos graxos pode interferir na alimentação destes animais. E, apesar dos dados da conversão alimentar media ter apresentado melhores resultados, ao fim do experimento notou-se que não houve em relação ao período total do experimento uma diferença significativa dos tratamentos com 0% e 5% de adição de cártamo.

Logo a torta de cártamo como sub-produto da produção do óleo tem baixo custo e sua inserção na composição da ração potencializa o crescimento animal e reduz a quantidade de ração ofertada.

#### 4. CONCLUSÃO

Este estudo traz contribuições significativas para a adoção de novas posturas diante da potencialidade de inserção de componentes que contribuem para o processo de produção do agronegócio. Focado na cadeia produtiva da avicultura pode-se obter os seguintes pontos conclusivos ao se investigar a inserção de torta de cartamo nas rações visando o ganho da biomassa animal:

- A adição de torta de cártamo pode auxiliar a conversão alimentar quando utilizado em percentual não superior a 5%.
- Na regressão polinomial o percentual de adição de torta de cártamo para a melhor conversão alimentar foi de 2,1% resultando em uma conversão alimentar de 1,49 Kg/Kg.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOONSTRA, Rudy. **Coping with changing northern environments: the role of the stress axis in birds and mammals.** Integr. Comp. Biol., v.44, p.95–108, 2004.

BOLZAN, Rodrigo, Cordeira. **Bromatologia.** Colégio Agricola de Frederico Wstphalen. III Título. Universidade Federal de Santa Maria. 2013.

CAMPANELLA, Luciane Coutinho de Azevedo; SILVA, Aline Correa da Silva ; FREYGANG, Joseane; MAGRO, Débora Delwing Dal. “Efeito da suplementação de óleo de cártamo sobre o peso corporal, perfil lipídico, glicídico e antioxidante de ratos wistar induzidos a obesidade” **Revista Ciência Farmácia Básica Aplicada.**, (ISSN 1808-4532). p.141-147. 2014.

DEUS, Tatiana Nogueira. **Extração e caracterização de óleo do pequi (*Caryocar brasiliensis* camb.) para o uso sustentável em formulações cosmética óleo/água (o/a).** Dissertação de Mestrado Multidisciplinar. UCG. Universidade Católica de Goiânia. Goiás. 2008.

EKIN, Z. **Resurgence of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.).** Utilization: A global view. J Agron. P. 83-7. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Raças e Linhages de Galinhas para Criações Comerciais e Alternativas no Brasil/** Elsio Antonio Pereira...[et al.] – Concordia-SC: Documentos. Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (ISSN 0100-8862). Embrapa, P. 8. 2003.

GIROTTO, VINICIOS DORATIOTO. SANTOS, GILMARA BRUSCHI. RETEC, **Desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de Neem (*azadirachta indica*).** Ourinhos, v. 5, n. 2, p. 67-84, jul./dez., 2012.

GEANKOPLIS, Christie Jhon. **Transport processes and separations process principles.** 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

**HY-LINE DO BRASIL.** Guia de manejo da linhagem Hy-Line W-36 (2009-2011). <Disponível em: [http://hyline.tempsite.ws/hyline/download/hyline\\_redbook.pdf](http://hyline.tempsite.ws/hyline/download/hyline_redbook.pdf)> acesso em 21. Out. 2016

JUNIOR, Celso Tomazin. **EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA COM ETANOL E TRANSESTERIFICAÇÃO ETILICA NA MISCELA.** Piracicaba, São Paulo. 2009.

KOYAMA, N. ; KURIBAYASCHI, K.; SEKI, T; KOBAYASHI, K. ; FURUHATA, Y. SUZUKI, K. ; ARISAKA, H.; NAKANO, T. ; AMINO, Y; ISHII, K. **Serotonin derivatives, major safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed antioxidants, inhibit low density lipoprotein (LDL) oxidation and atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice.** J Agric Food Chem. 2006;

LANA, Geraldo Roberto Quintão ; SILVA JUNIOR, René Geraldo Cordeiro; VALERIO, Sandra Roseli ; LANA, Ângela Maria Quintão; CORDEIRO, Elísia Carmem G. Bastos. **Efeito da densidade e de programas de alimentação sobre o desempenho de frangos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia. v.30, n.4, p.1258-1265. 2001.

LIMA, Émile Rocha. **Consórcio de cártamo e feijão caupi: Alternativa para a produção de biodiesel na agricultura familiar.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte. UFRN, 2014.

LUNDBERG, Ulf. **Stress hormones in health and illness: The roles of work and gender.** Psycho neuro endocrinology, v.30, p.1017–21, 2005.

LUPATINI, F. **Avaliação do efeito de variáveis produtivas na conversão alimentar de frangos de corte.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás. UFG, 2015.

MENDES, A. A. et al. Controles, registros e avaliação do desempenho de frangos de corte. **Produção de frangos de corte. Campinas: FACTA**, v. 356, 2004.

MORETTO, Eliane ; FETT, Roseane. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998.

PINTÃO, A.M; SILVA , I.F. **A Verdade sobre o açafraão**, In: Workshop Plantas Medicinai e Fitoterapêuticas nos Trópicos. IICT IICT - Instituto de Investigação Científica Tropical. p. 1-19, 2008.

RESENDE, Kleber Tomás de; SILVA, Herymá Giovane de Oliveira, LIMA, Lisiane Dorneles de; TEIXEIRA, Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida. **Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados**. Revista Brasileira de Zootecnia. R. Bras. Zootec., v.37, suplemento especial. ISSN on-line: 1806-9290. p.161-177, 2008

ROMERO, L. Michael. **Physiological stress in ecology: lessons from biomedical research**. TRENDS in Ecology and Evolution, v.19, n.5, 2004.

ROCHA, Tatiana Cristina da. **Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras leves no período de produção**. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 2006. 72p. Dissertação (Pós-graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual de Viçosa, 2006.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, P 186. 2005.

SANTOS, Reginaldo Ferreira. Silva, Marcelo de Almeida. *Carthamus tinctorius L.*: Uma alternativa de cultivo para o Brasil. **Revista Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.1, p. 26-35, 2015.

SALVADOR, A. A. et al. **Biodiesel: Aspectos Gerais e Produção Enzimática**. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química, 2009.

SAPOLSKY, Robert .M.; L. MICHAEL ROMERO, L.M.; MUNCK, Allan U. **How do glucocorticoids influence stress responses Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions**. Endocrine Reviews, v.21, p.55–89, 2000.

SAMPAIO, J.A.; COSTA, A.G. **Perspectivas da cultura do cártamo em Portugal**. DGSA, Ed. do Serviço de Informação Agrícola, P 19. 1968

SILVA, Dinnara Layza Souza da. **Utilização do farelo de girassol (*Helianthus annus L.*) na alimentação de cordeiros confinados** Universidade Federal do Semiárido UFSA. Mossoró, RN. 2012.

STRADA, Evani Souza de Oliveira; ABREU, Ricardo Duarte; OLIVEIRA, Gabriel Jorge Carneiro de; COSTA, Maria do Carmo Martins Marques da; CARVALHO, Grimaldo Jorge Lemos de; FRANCA, Anquises Souza; CLARTON, Lana.; AZEVEDO, James Lester Magalhães de. **Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, p.2369-2375, 2005.

VALDIVIE, M.; SARDINAS, O.; GARCIA, J.A. 1982. **The utilization of 20% sunflower seed meal in broiler diets.** Cuban Journal of Agricultural Science. P. 167-171. 1982.

VOSOUGHKIA, M; HOSSAINCHI, G.; GHAVAMI, M.; GHARACHORLOO, M. **Delkhosh. Evaluation of oil content and fatty acid composition in seeds of different genotypes of safflower (Carthamustinctorius L.).** Int J Agric Scient P. 59-66. 2011.

WALDROUP, P.W.; HILLARD, C.M.; MITCHELL, R.J. **Sunflower meal as a protein supplement for broiler diets.** Feedstuffs, Pg. 42-43. 1970

ZATARI, Ibtisam Mustapha; SELL, Jerry.L. **Effects of pelleting diets containing sunflower meal on the performance of broiler chickens.** Animal Feed Science and Technology, Pg. 121-129. 1990.



## 5. CAPITULO II

### ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL METÁLICO A PARTIR DE GENÓTIPOS DE CARTAMO

#### **Resumo:**

A matriz energética mundial da forma como se apresenta atualmente não irá durar para sempre. Este fato decorre de sua base se concentrar em fontes não renováveis e, portanto passíveis de extinção. Em breve espaço de tempo a demanda por energia poderá superar sua produção o que acentua ainda mais a problemática do desenvolvimento humano. Neste sentido, a utilização de fontes de energia renováveis é fato primordial para as ações das atuais e futuras gerações. Dentre estas energias o uso do biodiesel já é adotado em diversos países e tem sido apontado como um dos caminhos para a consolidação do uso da biomassa como fonte viável para produção de energia, pois o biodiesel possui a característica de produzir baixas concentrações de poluentes tóxicos. Entre estas fontes de energia renovável encontra-se o Cártamo, uma oleaginosa de ciclo curto, alta produção e ótima adaptação ao clima brasileiro. Este estudo busca, portanto analisar o comportamento do óleo e biodiesel advindos de quatro genótipos de Cártamo valendo-se de seus aspectos físicos e químicos. Os parâmetros adotados para a análise do óleo foram sua viscosidade, índice de acidez, ácidos graxos livres e índice de peróxidos. No caso do biodiesel foi verificado especificamente seu poder calorífico. Analisando os resultados pode-se concluir que os genótipos vinculados ao óleo apresentaram viscosidade adequada, baixa acidez, quantidade de ácidos graxos livres dentro do padrão e peróxidos em níveis aceitáveis. Por sua vez o biodiesel apresentou um poder calorífico próximo dos encontrados em diesel de fonte mineral indicando uma boa queima. Sendo assim, com resultados enquadrados em parâmetros de órgãos reguladores e semelhantes a bibliografias analisadas pode-se concluir que o óleo de cártamo trata-se de uma fonte com alto potencial e promissora de biodiesel.

Palavras-chave: Energia renovável, transesterificação, óleo de cártamo.

## 1 INTRODUÇÃO

No atual estado do desenvolvimento humano a demanda por energia já oferta sinais de que em breve excederá sua capacidade de produção. Estes indícios vêm sendo verbalizados por pesquisadores de diversas áreas afins preocupados com a propagação da vida humana no planeta. Recentemente chefes de estado tem assumido esta condição e buscam por meio de acordos e parcerias de nível global externar suas preocupações e vislumbrar possíveis soluções. Estas virão, porém em longo prazo devido à intensidade e complexidade do problema (LUCON, 2007).

Neste contexto as energias renováveis tem ganhado espaço nas discussões e nos planejamentos das nações em âmbito generalizado. Reflexo desta situação é o que demonstra os encontros internacionais como o pioneiro ocorrido em Estocolmo no ano de 1972, Rio 1992, Kyoto em 1998 e o denominado Rio + 20 que preconiza ações e estabelece regras com o intuito de reparar vários aspectos, principalmente os relacionados à emissão de gases poluentes principais responsáveis pelo atual aquecimento global. Portanto, o horizonte aponta para a necessidade de transição para uma nova matriz energética que tenha suas raízes em fontes renováveis de energia (KNOTHE et al., 2006).

Diante da evolução das pesquisas e das possibilidades de se ampliar as fontes energéticas de forma a adotar uma origem renovável surge o processo de transformação de biomassa. Este processo atua de forma a gerar energia por meio da queima ou pela produção de combustíveis. Constituem exemplos de biomassa a madeira, resíduos florestais, talos, óleos vegetais, grãos e lodo de tratamento biológico de efluentes diversos. No Brasil destaca-se além da queima direta de madeira, a queima de bagaço de cana devido a forte presença da produção de açúcar e álcool. Entretanto, com a ascensão de leis de incentivo e a incrementação do biodiesel ao diesel mineral pesquisadores e indústrias passaram a voltar seus olhares para a produção de grãos com esta finalidade. (GRIMONI, 2004).

No início do século uma pesquisa realizada por (Barbosa et al 2007), mostrou que no Brasil a produção de biodiesel está concentrada principalmente na região Nordeste com 42% da produção total em 2007, seguidas pela região Centro Oeste com 31%, Sul com 11%, Sudeste com 9% e Norte com 7% (OSAKI e BATALHA, 2011). Considera-se que este biodiesel proveniente de oleaginosas possui melhores características que o diesel mineral, pois emite menor quantidade de gases tóxicos e fixa partículas de carbono durante o próprio desenvolvimento das lavouras (DEMIRBAS, 2008).

Neste contexto, quando se insere a questão de óleos combustíveis considera-se que sua

utilização em motores não trata de uma novidade. A história apresenta o fato de que ao final do século XIX Rudolf Diesel adotou petróleo bruto e óleo de amendoim no acionamento de motores sendo portanto precursor deste tipo de procedimento (SHAY, 1993).

Atualmente, segundo Shahid e Jamal (2008) a produção de biodiesel advindo de óleos vegetais é feita a partir de inúmeras espécies tais como: mamona, soja, algodão, girassol, dendê, cartamo, dentre outras que apresentam propriedades e eficiência energética semelhante à do óleo diesel mineral (BEYAVAS et al., 2011).

Conforme Vedat (2011) o Cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) da família Asteraceae é uma planta proveniente da Ásia a qual suporta altas temperaturas e climas semiáridos. Antigamente, como traz Oelke (1992), este óleo foi utilizado essencialmente como ornamento, corante de tecidos e aplicado à culinária. Seu ciclo produtivo máximo é atingido de 130 a 140 dias, por isso pode ser consorciada em climas temperados ou ter duas colheitas no clima semiárido. Seu porte médio é de 30 a 150 cm, possui sistema radicular desenvolvido com até 1m de profundidade. A colheita desta espécie é semelhante à de culturas comuns no Brasil como soja e milho a sua produção de grãos pode chegar de 1000 a 3000 kg ou 300 a 1440 kg de óleo por hectare (SAFFLOWER PRODUCTION TIPS, 1999). Diante de suas características destaca-se o fato de sua semente possuir teor de óleo de 35 a 50% e com 90% de ácidos graxos insaturados considerados um dos melhores óleos para o consumo popular (GALAVI, 2011). Frente a estas propriedades particulares a semente do cártamo tem sido adotada de forma intensa na produção de cápsulas fitoterápicas, porém permanece com o potencial para ser utilizada na produção de biodiesel (BRETANHA et al., 2007).

No processo de produção do biodiesel deve-se estar atento ao fato de que seu método de obtenção está condicionado às suas fontes de origem. No caso específico do diesel mineral este é obtido pelo craqueamento do petróleo, já o biodiesel metílico é produzido através da transesterificação e suas características físicas, dos ésteres de ácidos graxos, são muito próximas do diesel. Sendo este processo uma alteração em algumas propriedades do óleo isto reduz sua massa molecular em 70% em relação aos triglicerídeos. Estas alterações conforme Geris (2007) transformam o óleo em um combustível que lubrifica e tem boa queima favorecendo a vida útil do motor. Porém, o biodiesel fornece uma quantidade de energia cerca de 10% menor que o diesel de petróleo, entretanto, ao analisar a potência e torque seu desempenho no motor é praticamente o mesmo (GERPEN, 2005).

A transesterificação do óleo consiste em adicionar metanol e catalisadores classificados como ácidos e básicos. A rota básica proporciona um rendimento maior quando

comparamos com o biodiesel obtido pela rota ácida. Os catalizadores mais comuns utilizados na rota básica são: o hidróxido de potássio e de sódio, KOH e NaOH respectivamente (FERRARI et al., 2005).

O ácido graxo como insumo para produção de biodiesel apresenta maior número de cetano (JUNIOR. 2008). Proveniente de óleos vegetais o biodiesel produzido não é sempre o mesmo, pois suas qualidades e características estão vinculadas à sua planta de origem, sua fonte. As oleaginosas produzem, portanto biodieseis de características físicas e químicas distintas sendo que a escolha da fonte não pode estar somente atrelada a quantidade produzida ou a quantidade de óleo na semente e sim às qualidades finais do biodiesel.

A essência do material constituinte do biodiesel pode influenciar na qualidade de seu desempenho. Este fato ocorre uma vez que no processo de obtenção do óleo este pode adquirir agentes contaminantes ou a contaminação pode ocorrer nos procedimentos de armazenamento existindo ainda as variações na cadeia carbônica e nas instaurações Lôbo (2009).

Para garantir a qualidade é necessário que ao produzir o biodiesel o processo esteja dentro dos parâmetros estabelecido pela ANP (Agência Nacional do Petróleo) a qual garante que os atributos de suas propriedades se assemelhem ao diesel mineral. Diante desta preocupação este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de utilização do biodiesel produzido a partir de quatro genótipos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no laboratório de biocombustível da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE localizado no município de Cascavel – Paraná. O cártamo utilizado foi conduzido a campo na Fazenda Escola do Centro Universitário Adventista de São Paulo localizado no Município de Engenheiro Coelho, SP, Brasil em outono/inverno de 2014. Os genótipos utilizados foram o IAPAR, IMA-2109, IMA-2232 e IMA-4409.

Para a obtenção do óleo os grãos foram prensados em extrusora a frio e posteriormente processado a biodiesel através da transesterificação. No caso da produção de biodiesel se utilizou 300 g de óleo aquecidos a 50<sup>0</sup> C, 6 g de NaOH a (2% m/m) em relação à massa do óleo, este foi dissolvido em álcool metílico (CH<sub>3</sub>OH) formando metóxido de sódio Na (CH<sub>3</sub>O).

Em chapa com agitador magnético foi posto um béquer com o óleo pré-aquecido e posteriormente adicionado o metóxido de sódio sob agitação com temperatura em torno de 60

°C. Após esta ação inicial aguardou-se até que o óleo perdesse a turbidez e adquirisse coloração mais clara e translúcida pelo período de 20 a 30 minutos.

O éster metílico obtido foi transferido para um funil de decantação onde ficou armazenado por tempo suficiente, aproximadamente 1 hora, para que se pudesse observar uma separação entre as fases permitindo que a glicerina, por ser mais densa, precipitasse no béquer.

Após a separação da glicerina, para evitar resquícios de sabões, álcool não reagido e catalizadores, fez-se necessário a lavagem do mesmo realizada com água aquecida a 80°C na proporção 1:3 de água para o biodiesel. Este procedimento foi repetido até que a água decantada da lavagem não reagisse com fenolftaleína ( $C_{20}H_{16}O_4$ ), indicando assim a inexistência de catalizadores não reagidos. Uma medição inicial da acidez do óleo evita o uso de reagentes em excesso diminuindo o gasto com reagentes e o tempo de produção.

Uma vez que nem toda água é separada em fases, foi necessário realizar a secagem. Para tanto o biodiesel foi submetido a 60 °C por 24 horas para que a água evaporasse. Este procedimento finda a etapa de preparação, todas as análises a seguir foram feitas com o biodiesel nesta condição.

As análises de viscosidade foram realizadas com banho-maria a 40<sup>0</sup> C. Esta análise avalia o tempo em que o líquido a ser analisado leva para escoar pelo viscosímetro capilar Cannon-Fenske posteriormente multiplicado pela constante do viscosímetro.

O desenvolvimento do procedimento consistiu em imergir o viscosímetro em banho maria a 40<sup>0</sup> C. Neste recipiente é colocado aproximadamente 40ml do líquido que se deseja estabelecer a viscosidade, fez-se a sucção da amostra, para que o líquido pudesse atingir o menisco do frasco, este foi deixado descansar por 15 minutos para que a temperatura do líquido seja considerada a 40<sup>0</sup> C. Após este período com o viscosímetro perfeitamente na vertical é liberado a sucção e este começa a fluir medindo-se o tempo em que este passe por outro ponto de referência, então, o tempo é convertido em segundos e aplicado na equação;  $V = t * k$ . onde: t = tempo em segundos, k = constante do viscosímetro 75 a 40°C: 0,036.

O processo para determinar a acidez consistiu em pesar 2g de líquido a ser estudado, adicionar a um béquer com 25ml de éter, acrescentou-se duas gotas de fenolftaleína que foi o indicador. Essa solução titulou-se com NaOH 0,1 mol até que se notou a “viragem” que é a alteração da coloração. Esta alteração ocorre quando o hidróxido de sódio entra em contato com a solução a qual fica levemente rosada apontando que a solução foi neutralizada. Observa-se então quanto de NaOH 0,1 mol foi utilizado e aplica-se na fórmula dada abaixo. Pondera-se o fato que todas as normas estabelecem limites de 0,5% de acidez máxima, a

equação utilizada é  $I=(v.f.5,61)/P$  onde: I = índice de acidez (%); v = volume de NaOH gastos na titulação; f = fator da solução de NaOH; P = massa em gramas da amostra; 5,61 = equivalente grama do KOH.

Para encontrar o poder calorífico superior foi realizada análise utilizando o calorímetro modelo E2K. Depois de feita a pesagem do óleo foi acoplado um fio de ignição pressurizado a 30 atm. O calorímetro aciona a ignição e é feita a queima no interior da bomba. O aparelho utiliza a variação de temperatura e massa para determinar o poder calorífico superior.

Para determinar os ácidos graxos, foi pesado 5 g do biodiesel, e adicionou-se 50 mL de álcool etílico a 95% neutralizado com solução aquosa de Hidróxido de Sódio (NaOH) 0,1 M, utilizando 0,5 mL de solução etanólica de fenolftaleína a 1% como indicador. Foi então aquecida a solução sobre uma placa térmica até iniciar a ebulição. Em seguida titulou-se ainda quente com solução aquosa de NaOH 0,1 M, até que se mantenha persistente a coloração rósea por 15 segundos.

Então os dados são aplicados na equação  $AGL=(v*f*28.2)/P$ , sendo AGL o valor de ácidos graxos livres (%), f é o fator da solução de hidróxido de sódio, P é a massa (g) da amostra e V é o volume (mL) da solução de hidróxido de sódio a 0,1 M gasto na solução.

Este ensaio determinou produtos resultantes da oxidação da matéria lipídica, principalmente o teor de peróxidos determinado pelo número de miliequivalentes por 1000 g de amostras que oxidam o iodeto de potássio nas condições do teste.

Se iniciou adicionando 30 mL de uma solução de ácido acético/clorofórmio na proporção 3:1 com 5 g da amostra de biodiesel e agitou-se até a dissolução da amostra. Em seguida adicionou-se 0,5 mL de solução saturada de Hidróxido de Potássio (KI) então se abrigou da luz e manteve-se em repouso por 1 minuto.

Posterior ao repouso foi adicionado 30 mL de água destilada em temperatura ambiente, foi titulada então com solução de tiosulfato de sódio 0,1 N. Segue a titulação até que a coloração amarelada tenha desaparecido. Então se adiciona imediatamente 0,5 mL de solução de amido indicado e a titulação continuou até o completo desaparecimento da coloração azul. Ainda uma prova em branco foi preparada nas mesmas condições e titulada e aplicado na equação  $IP=1000*(A-B)*f*N/P$ .

Onde IP é o número de miliequivalentes de peróxidos por grama da amostra (mEq/g); B volume médio da titulação em branco (mL); A é o volume médio da titulação da amostra (mL); N a normalidade exata da solução de tiosulfato de sódio (eq/L) e P a massa da amostra (g).

As análises estatísticas foram feitas com a aplicação da ANOVA valendo-se do software ASSISTAT 7,7 (SILVA, 2009) que obtém grupos que são identificados com as letras “a,b,c,” que diferem quanto a sua variância sendo que os que tem a mesma junto com o resultado, são, estatisticamente iguais.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

Na Tabela 1 estão expostos os resultados da viscosidade, acidez, ácidos graxos, poder calorífico e peróxidos. A análise estatística realizada resultou em valores muito baixos para CV% e valor de F denota, portanto que mesmo sendo diferente genótipos as amostras resultam em características físico-químicas muito semelhantes.

Tabela 1. Características físico-químicas do biodiesel metílico produzido a partir do óleo de cártamo

Genótipos	Viscosidade (mm <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> )	Acidez mg KOH/g	Ácidos Graxos Livres (%)	Poder Calorífico (MJ/Kg)	Peróxidos (meq/Kg)
<b>IAPAR</b>	4.37 c	0.080 c	0.172 a	38.75 a	27.53 d
<b>IMA-2106</b>	5.15 a	0.081 c	0.116 b	38.99 a	65.68 c
<b>IMA-2223</b>	4.94 b	0.133 a	0.159 ab	39.23 a	77.61 b
<b>IMA-4904</b>	4.24 c	0.107 b	0.131 ab	37.95 a	144.42 a
<b>DMS</b>	0.34	0.016	0.054	3.11	7.27
<b>CV%</b>	1.33	6.330	14.47	1.98	3.53
<b>F</b>	**	**	*	ns	**

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns Não significativo

A viscosidade mais elevada 5.15 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup> foi encontrada para o biodiesel de cártamo proveniente do genótipo IMA-2106. No entanto, tanto esta viscosidade como as dos demais genótipos ficaram dentro do limite estabelecido pela ANP (Agência Nacional do Petróleo) que varia de 3 a 6 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup> (Tabela 1). Corroborando com resultados obtidos por Medeiros (2011) em que o biodiesel de cártamo oleico teve valor de 4,6 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup> e o biodiesel com cártamo linoleico 3,9 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>.

Segundo Costa Neto (2002) o diesel mineral tem viscosidade de 2 a 4,3 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup> no entanto, alguns elementos residuais da transesterificação aumentam a viscosidade, como sabões e glicerídeos não reagidos no processo. Silva e Souza (2014) observaram que a mistura do biodiesel com o diesel mineral diminuiu a viscosidade devido possivelmente ao diesel de petróleo ser menos viscoso.

O biodiesel apresenta naturalmente a viscosidade maior que o diesel mineral, o que segundo Leung (2006) leva a redução no desgaste de partes móveis do motor. Porém, nem sempre isso é um dado positivo pois os glicerídeos não reagidos podem aumentar a viscosidade do combustível e reduzir a eficiência de combustão. A maior viscosidade pode ainda provocar entupimento do filtro de combustível e a formação de depósitos em partes do motor conforme Bowman (2006). De qualquer modo as características fluidodinâmicas do biodiesel assemelham-se as do óleo mineral não sendo necessárias quaisquer adaptações no sistema de injeção por parte dos motores (PARENTE, 2003).

Os valores da acidez presente na composição do biodiesel observados na Tabela 2 foram menores quando comparados com os valores encontrados por Oliveira (2012) em *Moringa oleifera*, 0,047 mg KOH g<sup>-1</sup>. Constata-se que não é algo incomum e foram também menores que os limites estabelecido pela ANP 0,5 mg KOH g<sup>-1</sup>.

Pelo comportamento dos valores médios de ácidos graxos livres constatados na Tabela 1 pode se verificar que existiu diferença significativa apenas entre os valores de ácidos graxos livres encontrados no biodiesel de genótipo IAPAR e IMA-2106. Segundo Dantas (2006) a principal influência de um alto índice de ácidos graxos é o grau de corrosão dos componentes metálicos do motor que pode ainda catalisar reações intermoleculares e afetar a estabilidade térmica do combustível.

Já ao se observar o poder calorífico se verifica que não há diferenças na quantidade de energia desenvolvida pelo combustível por unidade de massa entre os genótipos quando ele foi queimado. O poder calorífico do diesel mineral e do biodiesel são similares com diferença pró diesel de petróleo de 5% a 10% de acordo com Parente (2003). Os valores do poder calorífico no biodiesel variam entre os genótipos de 37,946 a 39,227 MJ Kg<sup>-1</sup> corroborando com o trabalho de Medeiros (2011) que também analisou biodiesel metílico feito com óleo de cártamo, encontrando 38,937 a 39,195 MJ Kg<sup>-1</sup>. Estes valores também são similares aos resultados encontrados por Silva (2012) em óleos residuais 38,440 MJ Kg<sup>-1</sup>. Bonometo (2009) encontrou poder calorífico em óleos residuais de 44,54 MJ Kg<sup>-1</sup>. Já Araujo (2009) encontrou valores de 39,930 MJ Kg<sup>-1</sup> no óleo de coco e para o diesel mineral Silva (2012) relata valores médio de 44,351 MJ Kg<sup>-1</sup>.

A degradação ocorre por vários motivos e pode advir de reações hidrolíticas, oxidações enzimáticas, fotoxidação, autoxidação. O índice de peróxidos está relacionado com o grau de conservação do biodiesel. Dentre as amostras da Tabela 1, destaca-se o valor medido para IAPAR (28,088 meq Kg<sup>-1</sup>), semelhantes à de Medeiros (2011) 28,7 meq Kg<sup>-1</sup>. Observando os demais resultados percebe-se uma discrepância significativa entre as amostras



onde denota que o genótipo interfere nos resultados e por consequência na qualidade do biodiesel.

Outro sim Silva et al. (2013) salienta que a temperatura de armazenamento é a principal interferência. Ainda sobre os peróxidos segundo o teste da ANOVA todas as amostras são significativamente diferentes, logo a diferença entre os genótipos poderia interferir na qualidade de conservação do biocombustível em que o genótipo IMA-4904 teve o valor mais alto (144.978 meq Kg<sup>-1</sup>) demonstrando ter o menor grau de conservação.

Os resultados observados para os mesmos parâmetros do biodiesel foram também analisados para o óleo. A metodologia utilizada para o óleo foi idêntica a do biodiesel, porém, à exceção da viscosidade cinemática que se valeu de um tubo Cannon-Fenske de 150. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

É possível analisar nas estatísticas abaixo da Tabela 2 que tanto o coeficiente de variação quanto o valor de F resultaram em valores que indicam uma igualdade entre as amostras, mesmo estas sendo de genótipos distintos.

Tabela 2. Características físico-químicas do óleo de cártamo.

Genótipos	Viscosidade (mm <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> )	Acidez mg KOH g <sup>-1</sup>	Acidos Graxos Livres (%)	Peróxidos (meq Kg <sup>-1</sup> )
IAPAR	25.22 d	0.75 a	2.75 ab	17.62 a
IMA-2106	29.29 b	0.55 c	2.36 b	5.85 b
IMA-2223	30.13 a	0.65 b	2.95 a	4.12 c
IMA-4904	25.89 c	0.49 c	1.63 c	17.65 a
DMS	0.214	0.093	0.502	1.626
CV%	0.3	5.89	8.18	5.5
F	**	**	*	**

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns Não significativo

A viscosidade das amostras dos óleos dos genótipos resultaram em variações significativas, como observado na Tabela 2. Segundo Brock (2007) as viscosidade obtidas por diferentes vegetais encontrou resultados semelhantes: Soja 22.3 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>, Milho 24.8 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>, Girassol 21.3 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>, Arroz 24.5 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>, Algodão 24.6 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>, Oliva 26.2 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>, Canola 25.2 mm<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>. Este fato coloca o cártamo com características de viscosidade entre os principais vegetais utilizados para obtenção de biocombustíveis.

Os dados obtidos para a acidez do óleo do cártamo foram baixos em todas as amostras da Tabela 2 indicando que a utilização de catalizador para a conversão posterior em ésteres metílicos é consideravelmente menor quando comparamos com a acidez de outros vegetais

como os obtidos por Melo (2010): Amendoim 2,69 mg KOH g<sup>-1</sup>; Crambe 2,09 mg KOH g<sup>-1</sup>; Macaúba 0,82 mg KOH g<sup>-1</sup>; Pequi 2,45 mg KOH g<sup>-1</sup>; Pinhão manso 0,98 mg KOH g<sup>-1</sup>.

Já os resultados dos ácidos graxos demonstram baixos índices quando o comparamos com outros vegetais como Amendoim 27,31%; Babaçu 8,53 %; Crambe 2 %; Dendê 9,33 % Macaúba 3,08 %; Pequi 2,67 %; Melo (2010). Isto significa que os processos degradativos do óleo de cártamo serão menores visto que a oxidação de óleos tem velocidade proporcional a quantidade e posição de insaturações.

Os peróxidos mostraram a maior discrepância de dados, a determinação de peróxidos é importante para definir a degradabilidade da matéria prima para a produção do biocombustível. As análises mostram que os dados das amostras IMA-2106 e IMA-2223 estão em conformidade com estudo proposto por Melo (2010) que encontrou para Amendoim 9,91 meq Kg<sup>-1</sup>, Babaçu 1,14 meq Kg<sup>-1</sup>, Crambe 2,13 meq Kg<sup>-1</sup>, Dendê 6,51 meq Kg<sup>-1</sup>, Pequi 1,38 meq Kg<sup>-1</sup>. Porém, as amostras IAPAR e IMA-4906 apresentaram altos índices de peróxidos indicando uma degradabilidade muito alta.

Após estas análises e verificações é notório a conformidade dos dados, não só os obtidos por outros autores, mas também os definidos pelos órgãos reguladores de combustíveis. Este padrão confere ao óleo de cártamo facilidade na conversão para biodiesel metílico com propriedades físicas e químicas dentro dos limites aceitáveis. Pode-se observar também que o cártamo, tratando-se de uma oleaginosa nova no mercado, possui características destacadas. Seu interesse parte do simples manejo semelhante a culturas já existentes e adentra em especificidades como o alto teor de óleo e facilidade de adaptação aos climas brasileiros. A estas particularidades soma-se a possibilidade de seus subprodutos da indústria de óleo poder ser utilizado para alimentação animal, ou seja, é uma cultura que pode ser adotada nos períodos de entressafra.

#### **4. CONCLUSÕES**

O óleo de cártamo, independente do genótipo utilizado, se mostrou favorável para a produção de ésteres metílicos quando comparado com valores ou com outros óleos comumente utilizados para produção de biodiesel. As propriedades físico-químicas dos ésteres metílicos de todas as amostras resultaram em valores que estão em conformidade com as normas da Agencia Nacional do Petróleo. Soma a esta situação a proximidade dos dados obtidos também por pesquisadores que analisaram o cártamo e a outros que obtiveram ésteres metílicos através de outras fontes.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. A. F. **Avaliação da oxidação do biodiesel etílico de milho por meio de técnicas espectroscópicas**. Dissertação (mestrado). Departamento de química, Universidade Federal da Paraíba, 2007.

ARAÚJO, G. S.; CARVALHO, R. H. R.; SOUZA, E. M. B. D. Produção de biodiesel a partir de óleo de coco (*Cocos nucifera* L.) bruto. 2 International Workshop | Advances in Cleaner Production, São Paulo, 2009. **Anais...** São Paulo: UNIP, p.1-10, 2009.

BARBOSA, D. M.; NAOE, L. K.; ZUNIGA, A. D. G. Avaliar o teor de lipídios em sementes de soja cultivadas no Estado de Tocantins. In: 14º Jornada de Iniciação Científica da Unitins. **Anais...** UNITINS, Palmas TO, p.32-37. 2007.

BEYYAVAS, VEDAT; HALILOGLU, HASSAN.; COPUR, Osman ; YILMAZ, Ahmet. Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars, Lines and Populations under the Semi-Arid Conditions. **African Journal of Biotechnology** v.10, n.4, p. 527-534, 2011.

BONOMETO, R. P. **Análise energética do processo experimental de Produção de Biodiesel a partir de óleo de frango**. 2009. Dissertação (Mestrado em Energia na agricultura), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009.

BOWMAN, M.; HILLIGOSS, D.; RASMUSSEN, S. Biodiesel: a renewable and biodegradable fuel. **Hydrocarbon Processing**, v.2, n.88, p.103-106, 2006.

BRETANHA, L. C.; CAMPOS, P. T.; KRAUSE, L. C.; FREITAG, R. A.; RODRIGUES, M. R. A.; SIQUEIRA, G. M. **Produção de Biodiesel a partir de óleos vegetais, utilizando o processo de irradiação ultrassônica**. (XVI CIC – Congresso de Iniciação Científica) - Universidade Federal de Pelotas, 2007.

BROCK, Josiane.; NOGUEIRA, Maria Rita.; ZAKRZEWSKI, Cláudio.; CORAZZA, Fernanda de Castilhos.; CORAZZA, Marcos Lúcio.; OLIVEIRA, José Vladimir de.; **Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo. v.28, p. 564-570, 2008.

COSTA NETO, P. R. **Obtenção de ésteres alquílicos (biodiesel) por via enzimática a partir do óleo de soja**. 2002. 133 f. Tese (Doutorado em Química) - Centro de Ciências Físicas e Matemática, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2002.

DANTAS, M. B. **Obtenção, caracterização e estudo termoanalítico do biodiesel de milho**

(**Zea Mays L.**). Dissertação (mestrado) Universidade Federal da Paraíba, Departamento de química, 2006.

DEMIRBAS, A. Progress and Trends in Biofuels. **Progress in Energy and Combustion Science**. v.33, p. 1-18, 2007.

GERPEN, J. V. Biodiesel processing and production. **Fuel Processing Technology**. V. 86, p. 1097-1107, 2005.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, Vol. 28, p. 19, 2005.

FERREIRA, ERIKA DE SOUZA; ROPEZ, HERVÉ LOIUS GHISLAIN; HERMAN, CHRISTELLE, ANNE NICOLE PAULE. Análise da acidez e formação de peróxidos no óleo bruto dos frutos de (*Euterpe oleracea*). **Anais...III Congresso de Educação em Saúde da Amazônia (COESA)-Universidade Federal do Pará**. Belém, 2014.

GALAVI, MOHAMMAD. ROMROUDI, MAHMOUD. TAVASSOLI, ABOLFAZL. Effect of micronutrientes foliar application on yield and seed oil content of safflower (*Carthamus tinctorius*). **African Journal of Agricultural Research**. v.7, n.3, p. 482-486, 2012.

GERIS, R.; SANTOS, N. A. C.; AMARAL, B. A.; MAIA, I. S.; CASTRO, V. D.; CARVALHO, J. R. M. Biodiesel de soja – Reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. **Química Nova**. São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1369-1373. 2007.

GRIMONI, J.A.B, GALVÃO, L.C.R, UDAETA, M.E.M , ”**Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo**”, Editora Universidade de São Paulo, Edusp, São Paulo 2004.

JUNIOR, Celso Tomazin. **Extração de óleo de soja como etanol e transesterificação etílica na miscela**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. **Manual do Biodiesel**. Edgard Blucher, São Paulo, 2006.

LANDAU, S. FRIEDMAN, S. BRENNER, S. BRUCKENTAL, L. WEIBERG, Z. G. ASHBELL, G. HEN, Y. DVASH, L. LESEM, Y. The value of safflower (*Carthamus tinctorius*) hay and silage grow under Mediterranean conditions as forage for dairy cattle. **Livestock Production Science**, v.88, p. 263-271, 2004.

LEUNG, D. Y. C.; KOO, B.C.P.; GUO, Y. Degradation of biodiesel under different storage conditions. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 2, p. 250-256. 2006.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, L. C.; CRUZ, R. S. Biodiesel: Parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Química Nova**. São Paulo, v. 32, n. 6, p. 1596-1608, 2009.

LUCON, JOSÉ GOLDEMBERG OSWALO. Energias renováveis: um futuro sustentável. **REVISTA USP**, São Paulo, n.72, p. 6-15, 2007.

MEDEIROS, P. T. **Viabilidade técnica do biodiesel metílico do óleo de duas variedades de *Carthamus tinctorius* L. como substituto do diesel de petróleo**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal da Paraíba (UFPB). João Pessoa, Paraíba. 2011.

MELO, Andrea Mendes Formiga. **Avaliação das propriedades de Óleos Vegetais visando a Produção de Biodiesel**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal da Paraíba (UFPB). João Pessoa, Paraíba. 2010.

OELKE, E. A. ; OPLINGER, E. S. ; TEYNOR, T. M. ; PUTNAM, D. H. ; DOLL, J. D. ; KELLING, K. A. ; DURGAN, B. R. ; NOETZEL, D. M. Safflower. *Alternative Field Crop Manual*. University of Wisconsin-Extension, **Cooperative Extension**. Wisconsin, 8p. 1992.

Oliveira, D. S., Xavier, D. S. F., Farias, P. N., Bezerra, V. S., Pinto, C. H. C., Di Souza, L., ... & de Oliveira Matias, L. G. **Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de *Moringa Oleífera* Lam.** *Holos*, 1, Pg 49-61. 2012.

OSAKI, M.; BATALHA, M. O. **Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio**. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 13, n. 2, p. 227-242, 2011

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. 2003. Disponível em: <<http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2008/01430.pdf>> Acesso em: 09.maio.2016

POSSENTI, R.A.; PAULINO, V.T. **Composição da torta de cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e perfil de ácidos graxos dos óleos extraídos**. 47ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais. Universidade Federal da Bahia, 2010.

HERDRICH, N. Safflower Productions Tips. **Alternative Crops for Dryland Agriculture in the Intermountain Pacific Northwest**. Washington State University, Washington, p. 1-16, 2001.

**SAFFLOWER PRODUCTION TIPS**. Washington State University, College of Agriculture and Home Economics, 2001.

SHAHID, E.M.; JAMAL, Y. **A review of biodiesel as vehicular fuel**. **Renewable and Sustainable**. Energy Reviews. V. 12, p. 2484–2494, 2008.

SHAY, E. G. **Diesel fuel from vegetable-oils: status and opportunities.** Biomass Bioenergy, v. 4, p.227-242, 1993.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A., **Método para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante.** Quimica Nova. V. 22; Pg. 94, 1999.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Componentes Analysis in the software Assistat-Statistical Attendance.** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, M. J.; 2012. **Motor gerador ciclo diesel sob cinco proporções de biodiesel com óleo diesel.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 16, p.326, 2012.

SILVA, G. K. I.; SOUZA, J. E. Avaliação da condutividade elétrica da mistura diesel/biodiesel em função da concentração de biodiesel. In: Enepepex – 8 ENEPE, UFGD e 5 EPES UEMS, Dourados - MS, 2014. **Anais...** Dourados – MS: UFGD/UEMS, p. 1-17. 2014.

VAN GERPENG, J., R. PRUSZKO, D. CLEMENTS, B. Shanks and G. Knothe. **Building a Successful Biodiesel Business.** Biodiesel Basics, Dubuque, IA. 2006.

## **6. CONCLUSÃO GERAL**

O farelo gerado através da extrusão pode ser utilizado como complemento da ração animal, entretanto as quantidades devem ser devidamente controladas para que o efeito na alimentação não tenha decréscimo na eficácia, esta medida na conversão alimentar.

O óleo gerado pela extrusão a frio do cártamo pode formar biodiesel de qualidade dentro dos parâmetros preconizados na ANP. Porém, como ocorre nos óleos vegetais a acidez é um dos fatores que faz com que o intervalo entre a extrusão e a produção do biodiesel não seja tão longo.