

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**CAROLINE VIEIRA FAUSTINO**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO RESIDUAL DE  
FRITURA TRATADO COM TERRA CLARIFICANTE PARA  
UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CAMPO MOURÃO  
2015**

CAROLINE VIEIRA FAUSTINO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO OLEO RESIDUAL DE  
FRITURA TRATADO COM TERRA CLARIFICANTE PARA  
UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, do Departamento de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Aparicio Rodríguez

CAMPO MOURÃO  
2015

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**TERMO DE APROVAÇÃO**

CAROLINE VIEIRA FAUSTINO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO RESIDUAL DE  
FRITURA TRATADO COM TERRA CLARIFICANTE PARA  
UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Este trabalho foi apresentado no dia 19 de fevereiro de 2015, como requisito para obtenção do título de graduação do curso superior de Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

---

Prof. Dr. Evandro Bona  
UTFPR

---

Prof. Dr. Augusto Tanamati  
UTFPR

---

Prof. Dr. Miguel Angel Aparício Rodríguez  
Orientador – UTFPR

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela concessão divina da graça da vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Miguel Angel Aparicio Rodriguez pela oportunidade e apoio científico possibilitando elaborar este estudo, e por toda ajuda e conhecimento agregado.

À minha família em especial, por toda educação moral recebida, sem o apoio deles não alcançaria este plano da minha vida, obrigada pelos conselhos, confiança e sustento.

Às minhas amigas Keila, Tassia, Vanessa e Glória que estiveram ao meu lado me apoiando e que sempre demonstraram confiança em meu êxito.

Aos técnicos do laboratório de tecnologia e engenharia de alimentos, da UTFPR - campus Campo Mourão, por me ajudarem quando precisei de auxílio e pela paciência ao me ensinar determinados procedimentos.

À Helide pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao meu primo Francis pela disposição em me ajudar na escrita deste trabalho.

À banca examinadora, pelas sugestões e atenção dedicadas a este estudo.

Enfim, a todos que acreditaram na minha vitória.

## RESUMO

FAUSTINO, Caroline Vieira. Caracterização físico-química do óleo residual de fritura tratado com terra clarificante para utilização na produção de biodiesel. 2015. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

Esta pesquisa focou em analisar e pré-tratar óleo vegetal residual para utilização na produção de biodiesel e revelou ser uma opção muito rentável por ser mais viável que o óleo diesel fabricado a partir do petróleo, e por evitar o descarte inadequado no meio ambiente. O objetivo do presente trabalho visou analisar e fazer o pré-tratamento do óleo residual de fritura para verificar se é possível utilizá-lo como matéria-prima na produção do biodiesel. A matéria-prima foi caracterizada em termos de umidade, índice de peróxidos, índice de acidez e impurezas insolúveis em éter. Para o pré-tratamento utilizou-se terras clarificantes uma natural (B-80) e outra ativada (P-6000), ambas de origem comercial. Os valores de índice de umidade significativamente não houve diferença entre a terra bruta e os tratamentos, porém houve uma diminuição nos valores e ficaram dentro do esperado, na determinação de peróxidos, os resultados mais satisfatórios foram na utilização da terra B-80 na proporção de 0,40% e 0,60%, para a acidez e teor de impurezas insolúveis em éter o uso de ambas as terras clarificantes em qualquer proporção o efeito do pré-tratamento foi positivo. Analisando todos os parâmetros e levando em conta o custo/benefício a melhor opção seria o pré-tratamento com a terra B-80 na proporção de 0,20%.

**Palavras-chave:** Óleo vegetal residual. Terra clarificante. Pré-tratamento. Biodiesel.

## ABSTRACT

FAUSTINO, Caroline Vieira. Physicochemical characterization of residual oil of fry treated with clarifier land for use in the production of biodiesel. 2015. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

This research focused to analyze and pre-treat residual vegetable oil for use in biodiesel production and proved to be a very cost effective option as it is more feasible than diesel oil produced from oil and to avoid the improper disposal of in the environment. The objective of this study was analyze and make the pretreatment of residual oil of fry to check if is possible use it as raw material of the production of biodiesel. The raw material was characterized in terms of moisture, Peroxide value, acid index and insoluble impurities in ether. For the pretreatment were used natural lands clarifiers (B-80) and activated (P-6000), from commercial sources. In the moisture content values significantly there was no difference between the gross land and treatments, but there was a decrease in values and were within the expected, the determination of peroxides, the most satisfactory results on the use of B-80 in the land ratio of 0.40% and 0.60%, to acidity and content of impurities insoluble in ether, use of land clarifiers in any proportion has a pretreatment of positive effect. Analyzing all the parameters and taking into account the cost / benefit the best option would be the pre-treatment with the B-80 land at the rate of 0.20%.

**Keywords:** Residual vegetable oil. Clarifier land. Pretreatment. Biodiesel.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DAS ETAPAS DO PRÉ-TRATAMENTO DO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA.....	19
---	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CONSUMO E CUSTO DE ARGILA CLARIFICANTE ATIVADA .....	17
TABELA 2 - PARÂMETROS DE DIFERENTES FORMAS DE ÓLEO UTILIZADAS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA PRODUÇÃO DE BIODESEL .....	20
TABELA 3 – MÉDIAS DOS RESULTADOS OBTIDOS APLICADAS AO TESTE DE TUKEY AO NÍVEL DE 5 %.....	21

## LISTA DE ABREVIATURAS

°C	Graus Celsius
g	Gramma
Hr	Horas
mL	Mililitro
Nacl	Cloreto de Sódio
Kg	Kilograma
Rpm	Rotações por minuto

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
2 OBJETIVOS .....	12
2.1 Objetivo geral .....	12
2.2 Objetivos específicos .....	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
3.1 Óleos e gorduras .....	13
3.1.1 Problemática do óleo residual de fritura .....	13
3.2 Biocombustível .....	14
3.2.1 Óleo residual de fritura como matéria-prima .....	15
3.3 Terras clarificantes .....	16
3.3.1 Tipos de terras clarificantes .....	16
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	18
4.1 Material .....	18
4.2 Caracterização da matéria-prima bruta e tratada .....	18
4.3 Pré-tratamento do óleo e gordura residual de fritura .....	18
4.4 Análise estatística .....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
5.1 Parâmetros para comparação com resultados obtidos.....	20
5.2 Resultados estatísticos .....	20
5.2.1 Determinação de umidade .....	21
5.2.2 Determinação de peróxidos .....	22
5.2.3 Determinação da acidez .....	22
5.2.4 Determinação das impurezas insolúveis em éter .....	22
5.3 Comparação dos resultados com a literatura .....	23
6 CONCLUSÃO .....	24
REFERÊNCIAS .....	25

## 1 INTRODUÇÃO

Os óleos e gorduras são substâncias hidrofóbicas, isto é, insolúveis em água, que pertencem à classe química dos lipídeos, podendo ser de origem animal, vegetal ou microbiana. A diferença entre óleos e gorduras reside exclusivamente na sua aparência física. O Conselho Nacional de Normas e Padrões para Alimentos define a temperatura de 25°C, como o limite inferior para o ponto de fusão das gorduras, classificando como óleo, quando o ponto de fusão situa-se abaixo de tal temperatura (CÂMARA, 2006).

Segundo a empresa alemã, Oil World, responsável pelas previsões mundiais para todas as principais oleaginosas, óleos e gorduras, o Brasil produz nove bilhões de litros de óleos vegetais por ano, sendo três bilhões de litros dedicados aos óleos comestíveis, onde apenas 1% deste óleo que já foi utilizado é rejeitado corretamente. Todo o resto é descartado no meio ambiente, comprometendo rios, lagos e os lençóis freáticos. E também, segundo BIODIESEL (2014), este óleo residual costuma ser despejado em ralos, pias e vasos sanitários o que provoca entupimento nas instalações de esgoto. E quando chega às redes de coleta de esgoto, mistura-se a restos de lixo jogados indevidamente pela população formando uma barreira rígida de sujeira, uma das grandes causadoras de transbordamentos.

Felizmente está sendo cada vez mais levado a sério este problema ambiental, com o intuito de oferecer a destinação correta para todo este óleo vegetal residual, que depois de tratado pode ser transformado tanto em sabão caseiro, quanto em matéria-prima para produção de biodiesel.

Somente a partir da década de 90 que novos testes com plantas oleaginosas industriais e produções de biodiesel, através da reciclagem dos resíduos de fritura, foram utilizados como matéria-prima, e começou a impulsionar projetos de coleta seletiva de óleos de fritura, agregando valores sociais e ambientais visando, principalmente, a redução de impactos sobre o meio ambiente (RABELO & FERREIRA, 2008).

O biodiesel é um biocombustível em ascensão e é definido pela Lei nº 11.097 (BRASIL - 2005), como um biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão (motores a

diesel) ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil, oferecendo vantagens socioambientais.

A utilização do óleo vegetal residual para a produção de biodiesel é uma opção muito rentável tanto financeiramente, quanto ambientalmente, pois além de evitar que este óleo seja descartado no meio ambiente, o biodiesel fabricado com o óleo residual por ser de origem renovável, se torna mais economicamente viável que o óleo diesel fabricado a partir do petróleo.

Um dos principais atributos do biodiesel é a sua capacidade de reduzir a emissão de poluentes atmosféricos em comparação com o óleo diesel, contribuindo para a redução do efeito estufa com melhorias na qualidade de vida e da saúde pública (MEC, 2006).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi analisar e realizar a caracterização físico-química do óleo residual de fritura tratado com terra clarificante e a possibilidade de utilização como matéria-prima na produção de biodiesel.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer a caracterização físico-química do óleo e gordura residual de fritura adquirido em restaurantes locais;
- Realizar o pré-tratamento das amostras do óleo residual utilizando diferentes terras clarificantes, sendo uma argila natural e outra uma argila ativada ambas de origem comercial.
- Testar o efeito da porcentagem de argila adicionada no pré-tratamento.
- Fazer a caracterização físico-química da matéria-prima tratada;
- Avaliar o efeito do pré-tratamento sobre as características físico-químicas do óleo residual de fritura.
- Identificar se os parâmetros obtidos são adequados para o uso deste óleo residual como matéria-prima no processo de produção de biodiesel.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ÓLEOS E GORDURAS

Óleos e gorduras são conhecidos como triacilglicerídeos, ou seja, triésteres formados a partir de três moléculas de ácidos graxos superiores e uma molécula do propanotriol (conhecido como glicerina) (ANP, 2004).

Os ácidos graxos são ácidos orgânicos lineares que diferem pelo número de carbonos, e também pela presença e quantidades de insaturações (ligações duplas entre os átomos de carbono) em sua cadeia hidrofóbica, ou ainda pela presença de algum grupo funcional na cadeia carbônica. Os ácidos graxos sem ligações duplas são conhecidos como saturados e aqueles que as possuem são chamados de insaturados ou poli-insaturados (uma ou mais duplas ligações, respectivamente). A distinção entre gorduras e óleos está baseada nas suas propriedades físicas. Na temperatura ambiente são sólidas e os óleos são líquidos (WUST, 2004).

A obtenção do óleo vegetal, em geral, é realizada utilizando métodos físicos e químicos sobre as sementes de oleaginosas através dos processos de prensagem e extração com solventes. Os óleos vegetais crus contêm impurezas, como ácidos graxos livres, que podem afetar negativamente a qualidade do óleo e a estabilidade à oxidação, o que torna necessário removê-los pelos processos de purificação e refino (CASTRO, 2009).

##### 3.1.1 PROBLEMÁTICA DO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA

Segundo a Oil World, o Brasil produz 9 bilhões de litros de óleos vegetais por ano. Desse volume produzido, 1/3 vai para óleos comestíveis. O consumo per capita fica em torno de 20 litros/ano, o que resulta em uma produção de 3 bilhões de litros de óleos por ano no país.

Se levarmos em consideração o montante coletado de óleos vegetais usados no Brasil, temos menos de 1% do total produzido, ou seja, 6 milhões e meio de litros de óleos usados. E o restante? Mais de 200 milhões de litros de óleos usados por mês vão para os rios e lagos comprometendo o meio ambiente de hoje e do futuro (ECÓLEO, 2013).

O descarte do óleo de cozinha é um problema ambiental de grandes proporções. Cada litro desse material que é despejado no ralo polui 20 mil litros de água. As consequências desse poder destrutivo estão no sistema de tratamento de água de todas as grandes cidades do país: o descarte do óleo encarece e dificulta o tratamento, gerando ainda mais passivos ambientais (BIODIESEL, 2014).

Segundo Castelani (2008) mesmo não havendo, ainda, uma legislação específica para descarte de óleos, consta no decreto federal nº 3179, de 21 de setembro de 1999, artigo 41, parágrafo 1º, inciso V, a aplicação de multas de até R\$ 50 milhões para o responsável pela poluição de qualquer natureza a um nível que chegue a resultar em danos à saúde humana, ou também para quem provoque a mortandade de animais ou ainda a destruição significativa da flora, em decorrência do lançamento de qualquer tipo de resíduos, óleos ou substâncias oleosas em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos.

O aproveitamento destes óleos e gorduras saturadas, provenientes de frituras, em produtos como sabão, massa de vidraceiro, ração e biodiesel ou para outros fins, evitaria o lançamento destes no esgoto doméstico ou na forma bruta no solo e em cursos d'água. Uma das grandes dificuldades para utilizar o óleo de frituras como matéria-prima é a falta de organização na coleta e de conscientização da comunidade na disposição deste rejeito para posterior coleta (MOECKE, 2012).

### 3.2 BIOCOMBUSTIVEL

A maior parte de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural. No entanto, tratam-se de fontes limitadas e muito poluentes, por esse motivo a pesquisa focada em combustíveis renováveis tem aumentado constantemente (FERRARI et al. 2005).

De acordo com a ANP (2008), biocombustíveis são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia.

São considerados biocombustíveis o etanol, o biodiesel e o biogás, ou seja, qualquer combustível líquido ou gasoso utilizado em transportes e produzido a partir

da biomassa – que é a fração biodegradável de produtos naturais, como substâncias vegetais e animais, assim como de resíduos urbanos e industriais (BARROS, 2007).

A produção de biodiesel vem aumentando significativamente, e o Brasil por ser um país de grande biodiversidade tem potencial para ser um grande exportador mundial, levando o mercado energético brasileiro gerar cerca de mais de 1 milhão de empregos se estimarmos 6% de participação da agricultura familiar na produção de oleaginosas, tornando uma alternativa importante para a redução da pobreza no país (LIMA, 2004).

### 3.2.1 ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA COMO MATÉRIA-PRIMA

Os resíduos lipídicos provenientes de processos de frituras (OGRs) se caracterizam por uma variação significativa na quantidade de água, materiais sólidos, compostos polares e ácidos graxos livres, de acordo com a origem da matéria-prima e as condições operacionais as quais foram submetidos (JORGE et al., 2005; KULKARNI et al., 2006; GONÇALVES, 2009).

Estas impurezas interferem diretamente no processo de produção de biodiesel, pois diminuem o rendimento do processo, aumentam os subprodutos secundários e dificultam os processos de separação e purificação do biodiesel e do glicerol, em especial quando se utiliza catalisadores convencionais: NaOH, KOH e metilato de sódio (WUST, 2004; KULKARNI et al., 2006).

Segundo o UDOP (2010), A utilização de óleo vegetal diretamente em motores do ciclo diesel causa problemas que a maioria das pessoas desconhece. Isso porque biodiesel e óleo vegetal são dois produtos totalmente diferentes: o biodiesel é um óleo vegetal modificado por meio de uma reação química com álcool de forma a tirar sua viscosidade. Se a viscosidade do óleo é extremamente excessiva, como no caso dos óleos vegetais, ocorrerá a degradação da pulverização no cilindro, reduzindo a eficiência da atomização e promovendo a contaminação do óleo lubrificante e a produção de fumaça preta. O motor funciona, mas pode apresentar problemas ao longo do período de uso, e seu desempenho pode ficar prejudicado.

Assim, para se obter resultados significativos na produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais, a matéria-prima bruta deve ser caracterizada e pré-tratada adequadamente (DAMY & JORGE, 2000).

De acordo com Christoff (2006) existem três vantagens de se utilizar óleos residuais para a produção do biodiesel: não necessita de um processo de extração do óleo, a matéria-prima não possui custo por se tratar de um resíduo e traz benefícios ao meio ambiente por não ser descartado inadequadamente na natureza.

### 3.3 TERRAS CLARIFICANTES

Os termos “argila descorante”, “terra descorante”, “argila clarificante” ou ainda “argila adsorvente” são utilizados nas indústrias de óleos para designar argilas que, no estado natural ou após ativação química através de ácidos orgânicos ou ativação térmica, apresentam a propriedade de adsorver as matérias corantes dissolvidas de óleos minerais, vegetais e animais (LIMA, 2003).

O adsorvente ou argilas clarificantes realiza uma remoção seletiva de pigmentos como os carotenos, xantofilas, clorofilas, produtos de degradação de proteína e carboidratos (cor marrom) e  $\gamma$ -tocoferol, através da retenção destes nos poros de sua superfície. Os sabões, metais, peróxidos, fosfatídeos, ácidos graxos livres e umidade são outros componentes removidos nessa etapa (VICALI, 2013)

#### 3.3.1 TIPOS DE TERRAS CLARIFICANTES

Existem as terras clarificantes naturais e ativadas segundo MANDARINO, et al. (2010), as terras ativadas são quimicamente preparadas a partir de silicato de alumínio. As terras naturais têm um poder clarificante bem inferior àquele das terras ativadas, mas seu preço é bem mais baixo e elas retêm menos óleo.

Estudos feitos por MELO (2013) compararam os valores gastos de terra clarificante ativada em diferentes safras de soja, como expresso na figura 1, na safra de 2011/2012 a colheita de grãos esverdeados, que possuem maior índice de clorofila, foi maior que na safra de 2010/2011 concluiu-se que safra com índices elevados de clorofila terão custo maior com a terra clarificante.

---

**Tabela 1 - Consumo e custo de argila clarificante ativada – 2013**

---

	Consumo Médio Argila / Ton. de Óleo Branqueado:	Consumo Médio Argila / Ton. de Óleo Branqueado:
Safra:		
2010/2011	7,6 Kg	R\$ 15,95
2011/2012	10,1 Kg	R\$ 21,22

---

Fonte: Melo, 2013.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

Foram utilizados cinco litros de óleo vegetal residual de fritura adquiridos em restaurantes locais da cidade de Campo Mourão (PR). E utilizou-se também terras clarificantes da marca Aboissa, a P6000 com densidade compacta de 640g/l e pH de 2,5 e a B80 com densidade compacta de 688 g/l e pH de 7,2, sendo a primeira argila ativada e a segunda argila natural.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA BRUTA E TRATADA

As análises de umidade/voláteis, índice de peróxidos, índice de acidez e determinação de impurezas insolúveis em éter foram realizadas de acordo com as metodologias preconizadas pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2005). Todas as análises foram feitas em triplicata.

### 4.3 PRÉ-TRATAMENTO DO ÓLEO E GORDURA RESIDUAL DE FRITURA

Este procedimento apresentado na Figura 1 será feito para os dois tipos de terra clarificante.

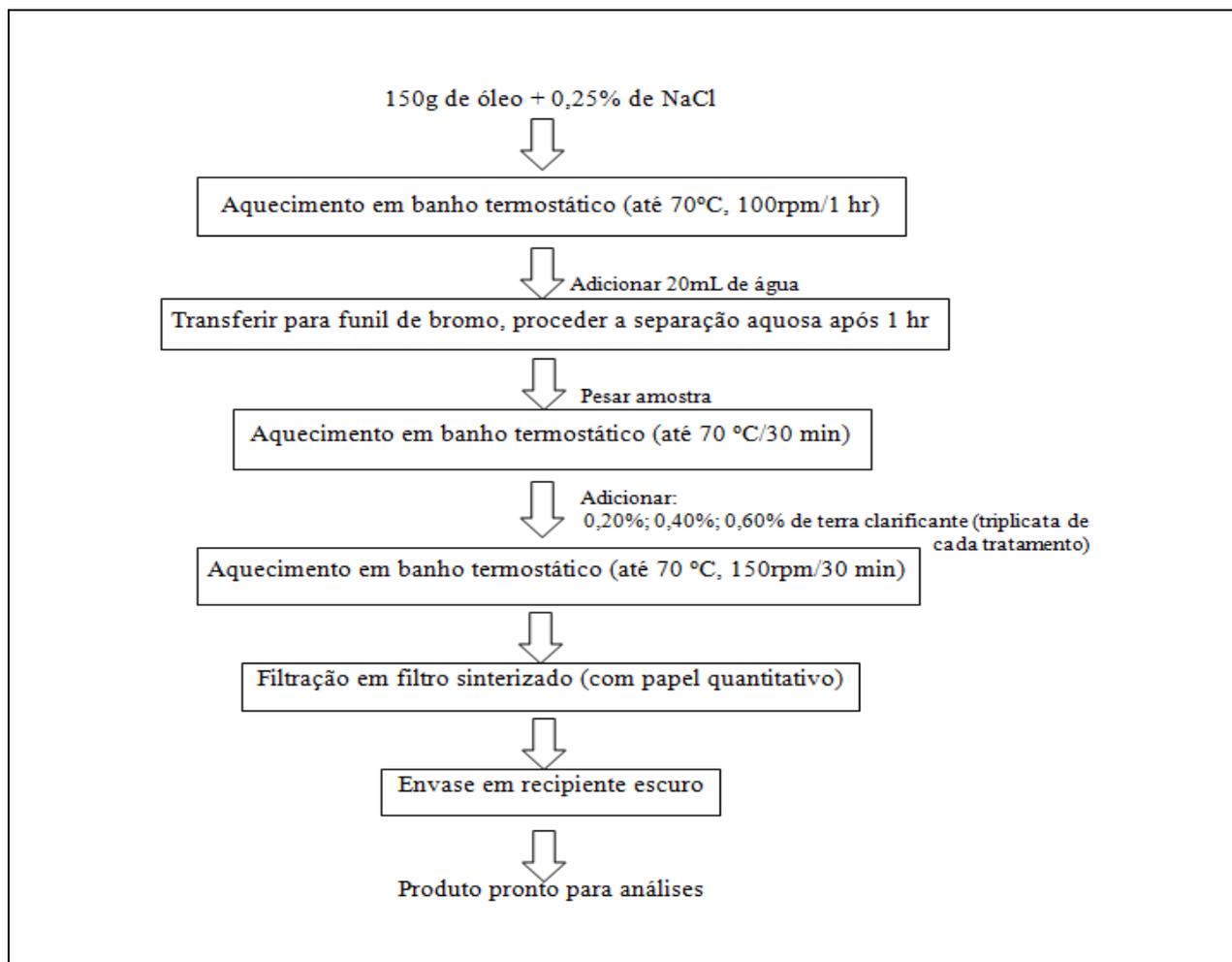


Figura 1- Esquema representativo das etapas do pré-tratamento do óleo residual de fritura.

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises e procedimentos descritos anteriormente foram realizados em triplicata, sendo os resultados obtidos submetidos à análise de variância (ANOVA) e a diferença estatística das médias ao teste de Tukey (nível de 5% de significância), utilizando-se o programa computacional Microsoft Excel 2010<sup>®</sup>.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PARÂMETROS PARA COMPARAÇÃO COM RESULTADOS OBTIDOS

Compara-se os resultados obtidos neste trabalho com os parâmetros do óleo degomado, pois este, é utilizado também como matéria-prima para produção de biodiesel. A Coamo Agroindustrial Cooperativa (Campo Mourão) utiliza os limites do óleo degomado para umidade e acidez apresentados na Tabela 2. E segundo Malacrida (2003) nos óleos o índice de peróxidos não deve ultrapassar o valor de 10 meq 1000 g<sup>-1</sup> de amostra. Estes valores indicam uma baixa possibilidade de deterioração oxidativa. Este parâmetro também está apresentado na Tabela 2.

---

**Tabela 2 – Parâmetros de diferentes formas de óleo utilizadas como matéria-prima para produção de biodiesel**

Parâmetros:	Concentrações aceitáveis:
Umidade	0,1 a 0,2%
Peróxido (meq/Kg)	10
Acidez (% de ácido oléico)	0 a 1 %

---

### 5.2 RESULTADOS ESTATÍSTICOS

Em função do volume de dados e o valor dos desvios observados decidiu-se fazer uma análise estatística para uma avaliação confiável do efeito dos pré-tratamentos.

Verifica-se na Tabela 3 os resultados obtidos, médias seguidas do desvio padrão, que foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a diferença estatística das médias ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

**Tabela 3 – Médias dos resultados obtidos aplicadas ao teste de Tukey ao nível de 5%.**

	Bruta	*B-80	**B-80	***B-80	*P-6000	**P-6000	***P-6000
A	0,262 <sup>a</sup> ± 0,055	0,210 <sup>a</sup> ± 0,087	0,095 <sup>a</sup> ± 0,021	0,186 <sup>a</sup> ± 0,085	0,180 <sup>a</sup> ± 0,057	0,105 <sup>a</sup> ± 0,008	0,305 <sup>a</sup> ± 0,078
B	10,577 <sup>b</sup> ± 1,033	10,683 <sup>b</sup> ± 0,65	5,390 <sup>c</sup> ± 0,693	6,495 <sup>c</sup> ± 0,700	7,485 <sup>c</sup> ± 0,714	8,475 <sup>bc</sup> ± 0,728	8,025 <sup>bc</sup> ± 1,351
C	4,323 <sup>d</sup> ± 0,012	2,053 <sup>e</sup> ± 0,127	2,240 <sup>e</sup> ± 0,324	2,337 <sup>e</sup> ± 0,154	1,813 <sup>e</sup> ± 0,208	1,853 <sup>e</sup> ± 0,153	1,820 <sup>e</sup> ± 0,256
D	7,733 <sup>f</sup> ± 0,815	3,737 <sup>g</sup> ± 0,300	4,670 <sup>g</sup> ± 0,702	3,970 <sup>g</sup> ± 0,017	3,890 <sup>g</sup> ± 0,566	3,337 <sup>g</sup> ± 0,313	3,273 <sup>g</sup> ± 0,400

NOTA: Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

- Os resultados expressos na tabela são referentes às médias das análises e o respectivo desvio padrão de cada uma delas.

(\*) – 0,20% da respectiva terra.

(\*\*) – 0,40% da respectiva terra.

(\*\*\*) – 0,60% da respectiva terra.

A – Umidade/voláteis

B – Índice de peróxidos

C – Índice de acidez

D – Impurezas insolúveis em éter

### 5.2.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

Observamos que a matéria-prima tem um valor de umidade relativamente baixo e aparentemente não há alterações relacionadas com os tratamentos (Tabela 3).

O teor de umidade observado nas amostras (bruta e tratadas) é extremamente baixo, pois de acordo com Barros, Wust e Meier (2008) e Silva Filho (2010), óleos recém-refinados apresentam teores de umidade inferiores a 0,5%. O teor de umidade do óleo utilizado para produção de biodiesel deve ser o menor possível, pois umidade acima de 0,5% provoca a hidrólise de triglicerídeos convertendo-os em AGL, o que proporciona o aumento do teor de acidez, formação de sabão e diminuição no rendimento das reações (MOURA, 2010; BARROS;

WUST; MEIER, 2008). Para a matéria-prima bruta e para todos os tratamentos os resultados de umidade encontram-se abaixo deste valor.

### 5.2.2 DETERMINAÇÃO DE PERÓXIDOS

Como nos mostra a Tabela 3, exceto o pré-tratamento com a terra B-80 a 0,20% e com qualquer percentual proposto para a P6000, não foram capazes de diminuir o valor de peróxidos da matéria-prima. Por outro lado, se observa efeito positivo sobre a variável quando o tratamento utilizou a terra B-80 em teores de 0,40% e 0,60%, assim escolhe-se a primeira opção por utilizar menor quantidade de terra reduzindo custos do pré-tratamento.

### 5.2.3 DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ

Em relação a acidez em ácido oléico (Tabela 3), os dois tratamentos foram significativamente diferentes quando comparados com a matéria-prima bruta, porém na análise entre eles não houve diferença, portanto a melhor opção é o tratamento com a terra B-80 na concentração de 0,20% para diminuir os custos.

### 5.2.4 DETERMINAÇÃO DAS IMPUREZAS INSOLÚVEIS EM ÉTER

Analisando o resultado obtido pelo teste de Tukey para impurezas insolúveis em éter (Tabela 3), verifica-se que, igual a acidez, os tratamentos com argila tem efeito positivo. Entretanto, comparando os tratamentos entre si não há diferença significativa optando-se assim pelo uso da terra B-80 com um teor de 0,20%.

De modo geral, a melhor opção seria pelo percentual de 0,40% de argila B-80, pois assim teríamos efeito positivo em três das quatro variáveis analisadas (peróxidos, acidez e impurezas insolúveis em éter). Tendo custo inclusive menor que se fosse utilizada a argila ativada P6000.

### 5.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A LITERATURA

Segundo Gerpen et al. (2004), geralmente, a presença dos AGL pode ser ignorada na transesterificação alcalina quando o teor de AGL apresenta-se menor que 1%. Já Dib (2010) e Meher et al. (2010) sugerem que em caso de presença de água no óleo, a transesterificação alcalina é recomendada quando os teores de AGL forem inferiores a 3%. E de acordo com Géris et. al (2007) pode-se utilizar catálise básica em óleo com índice de acidez até 5 mg KOH g<sup>-1</sup> (equivalente aproximadamente a 2,5 % de ácido oleico), óleos com valores acima deste é recomendada a catálise ácida ou enzimática, pois quando o óleo apresenta acidez elevada, o processo de produção de biodiesel, catalisada por base, passa a competir com reações como a de saponificação. (DANTAS, 2006) (SCHUCHARDT et al.,1998). Dessa forma, pode-se afirmar que o índice de acidez no óleo de fritura tratado em qualquer das situações estudadas, após o tratamento, não é suficientemente alto para comprometer o desempenho da transesterificação com catálise alcalina.

Situação similar acontece com a variável de peróxidos, em especial para as amostras tratadas com a argila B-80. Entretanto, de modo geral os valores originais da matéria-prima e do produto pré-tratado por qualquer um dos tratamentos se encontram abaixo ou muito próximos do limite máximo aceitável (10 meq/Kg).

Já o valor original da umidade na matéria-bruta e nas amostras após os tratamentos são adequadas aos limites para a produção de biodiesel por catálise básica (MOURA, 2010; BARROS; WUST; MEIER, 2008).

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que o uso de terras clarificantes B80 e P6000 em qualquer proporção tem efeito positivo sobre a acidez (% em ácido oleico) e o teor de impurezas insolúveis em éter. Em relação a porcentagem de umidade, significativamente não houve diferença entre a matéria-prima bruta e os tratamentos. Na determinação de peróxidos, o resultado mais satisfatório foi a utilização da terra B-80 na proporção de 0,40%.

Analisando juntamente os resultados de todos os parâmetros, e em função do menor custo relacionado ao pré-tratamento a opção mais vantajosa seria a utilização da terra B-80 a 0,20%.

Os resultados foram satisfatórios, porém uma alternativa para melhorar o desempenho do pré-tratamento seria a utilização de uma maior porcentagem de terra clarificante no processo, pois, de acordo com a EMBRAPA (2001), a adsorção dos pigmentos é realizada com terras clarificantes, as quais são adicionadas ao óleo aquecido em uma proporção de 0,8 a 1% de terra.

## REFERÊNCIAS

ALVES, R. W. **Extração de corantes de urucum por processo adsorptivos utilizando argilas comerciais e colloidal gas aphrons**. Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. 2005.

ANP - Agência Nacional do Petróleo. **Resolução nº 41 de nov de 2004**. Disponível em:<<http://ntx.anp.gov.br/NTX/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu>>. Acesso em: 23 set 2014.

ANP - Agência Nacional do Petróleo. **Biocombustíveis**. 2008. Disponível em:<<http://www.anp.gov.br/?pg=60467&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1390931078617>>. Acesso em: 23 set 2014.

ARELLANO, Daniel B; BLOCK, Jane M; **Temas Selectos en Aceites y Grasas: Procesamiento**. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

BARROS, António A. C.; WUST, Elizane; MEIR, Henry F. **Estudo da viabilidade técnico-científica da produção de biodiesel a partir de resíduos gordurosos**. Eng. Sanit. Ambient. v.13, n. 3, p. 255-262, jul/set 2008.

BARROS, R. **Energia para um novo mundo**. CREA-RJ: Monte Castelo Idéias. Rio de Janeiro, 2º ed. p. 65, 2007.

BIODIESEL - Programa Nacional de produção e uso de biodiesel. **Matérias-primas para produção de biodiesel**. Disponível em:<<http://www.biodieselbr.com/plantas/oleaginosas/index.htm>>. Acesso em: 23 set 2014

BIODIESEL - Programa Nacional de produção e uso de biodiesel. **Óleo de fritura usado**. Disponível em:< <http://www.biodieselbr.com/plantas/oleo-fritura-usado.htm> >. Acesso em: 23 set 2014.

BRASIL. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. **LEI Nº 11.097, de 13 de Janeiro de 2005**. Disponível em:<<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/leis/2005/lei%2011.097%20-%202005.xml>>. Acesso em: 23 set 2014.

CÂMARA, G. M. S. **Biodiesel Brasil** – estado atual da arte. Piracicaba - São Paulo, 2006. Disponível em:< [http://www.cib.org.br/pdf/biodiesel\\_brasil.pdf](http://www.cib.org.br/pdf/biodiesel_brasil.pdf)>. Acesso em: 23 set 2014.

CASTELANI, A. C. **Estudo da viabilidade de produção do biodiesel, obtido através do óleo de fritura usado**. Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 2008.

CASTRO, B. C. S. **Otimização das condições da reação de transesterificação e caracterização dos rejeitos dos óleos de fritura e de peixe para obtenção de biodiesel**. Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.

CHRISTOFF, Paulo. **Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Curitiba, 2006.

DAMY, P.C.; JORGE, N. **Determinação físico-químicas dos óleos de soja durante o processo de fritura descontínua**, In: XVII Congresso Brasileiro De Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, SBCTA, vol.2, cap. 5, 2000.

DANTAS, Hémersson J. **Estudo termoanalítico cinético e reológico de biodiesel derivado do óleo de algodão ( Gossypium hisutum)**. 2006. 122 f. Dissertação

(Mestrado em Química) - Centro de ciências exatas e da natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

DIB, Fernando Henrique. **Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador.** 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Ilha Solteira, 2010.

ECÓLEO – **Associação Brasileira para sensibilização, coleta e reciclagem de resíduos de óleo comestível.** Disponível em:<<http://www.ecoleo.org.br/reciclagem.html>>. Acesso em: 23 set 2014.

EMBRAPA. **Tecnologia para produção do óleo de soja.** Londrina, PR. 2001.

FERRARI, R.A.; OLIVEIRA, V.S. e SCABIO, A. Biodiesel de soja – Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia, **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.

GERIS, Regina. et. al. Biodiesel de Soja - Reação de Transesterificação para Aulas Práticas de Química Orgânica. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1369-1373, mai. 2007.

GERPEN, J. V.; SHANKS, B.; PRUSZKO, R.; CLEMENTS, D.; KNOTHE, G. **Biodiesel Production Technology.** USA: National Renewable Energy Laboratory - NREL/SR-510-36244, 2004. 110 p.

GONÇALVES, A. et al. **Determinação do índice de acidez de óleos e gorduras residuais para produção de biodiesel.** In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, III, 2009, Brasília/DF. Anais Eletrônicos... Disponível em: <<http://www.enerbio.ind.br/>>. Acesso em: 27 set 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - **Normas Analíticas, métodos químicos e físicos para a análise de alimentos.** 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JORGE, N. et al. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 947 – 951, 2005.

KULKARNI, M. G. et al. Solid acid catalyzed biodiesel production by simultaneous esterification and transesterification. **Green Chemistry**, v. 8, n. 2, p. 1056 – 1062, 2006.

LIMA, Paulo C. R. O biodiesel e a inclusão social. **Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados**. Consultoria Legislativa - Área XII - Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos, mar. 2004. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br>>. Acesso em: 27 set 2014.

LIMA. S. N. **Recuperação de Rejeitos da Clarificação de Óleos Vegetais por dessorção/extração**. Recife, PE. 2003.

LOPES, K. S. **Avaliação da etapa de clarificação do óleo de soja através de planejamento composto central e Investigação do potencial de melhoria energética no processamento da soja**. Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharias (PIPE), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MALACRIDA, C. R. Alterações do óleo de soja e da mistura azeite de dendê - óleo de soja em frituras descontínuas de batatas chips. **Braz. J. Food Technol.** São Paulo, v.6, n.2, p. 245-249, 2003.

MALTA, T. S. **Aplicação de lodos de estações de tratamento de esgotos na agricultura**: estudo do caso do município de Rio das Ostras - RJ. Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2001.

MANDARINO, J. M. G; ROESSING, A. C. Tecnologia para a produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos. **EMBRAPA**, Londrina 2001. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18455/1/doc171.pdf>>. Acesso em: 22 out 2014.

MELO, A. S. C. **Os efeitos da soja (glycine max (L.) verde na composição química do óleo de soja e no processo de refino do óleo.** Campo Mourão, 2013.

Disponível em:<  
[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1431/1/CM\\_COALM\\_2012\\_2\\_03.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1431/1/CM_COALM_2012_2_03.pdf)>. Acesso em: 22 out 2014.

MEHER, Lekha C. SAGAR D.V. NAIK S.N. Technical aspects of biodiesel production by transesterification— a review. **Renew. Sust. Energ.** Rev, vol. 10, no. 3, pp. 248–268, 2006.

MOECKE, E. H. S.; WERNER, S. M.; GELSLEICHTER. Y. A.; AVILA. A. F. A.; SILVEIRA. T. C. **Produção de biodiesel a partir do óleo de fritura usado e o empoderamento da comunidade.** Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, v. 1, n.1, p. 33-40, 2012. Disponível em:<  
[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CC4QFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.portaldeperiodicos.unisul.br%2Findex.php%2Fgestao\\_ambiental%2Farticle%2Fdownload%2F879%2F806&ei=ZiorVMifCbSMsQTMqoGQBA&usq=AFQjCNHE5Sk68VdL3NoUB4ZAIBfpAONAYa&bvm=bv.76477589,d.cWc](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CC4QFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.portaldeperiodicos.unisul.br%2Findex.php%2Fgestao_ambiental%2Farticle%2Fdownload%2F879%2F806&ei=ZiorVMifCbSMsQTMqoGQBA&usq=AFQjCNHE5Sk68VdL3NoUB4ZAIBfpAONAYa&bvm=bv.76477589,d.cWc)>. Acesso em: 23 set 2014.

MOURA, Bruna S. **Transesterificação Alcalina de Óleos Vegetais para Produção de Biodiesel: Avaliação Técnica e Econômica.** 2010. 166f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2010.

Oil Word Annual 2013. Hamburgo, Alemanha. Disponível em:<  
<http://www.oilworld.biz/app.php?fid=1090&fpar=0&isSSL=0&aps=0&blub=99d5d4612ae78dfcf3f261cddd2f91a5>>. Acesso em: 23 set 2014.

RABELO, R. A.; FERREIRA, O. M. **Coleta seletiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial.** Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2008. Disponível em:<  
<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/COLETA%20SE>

LETIVA%20DE%20%C3%93LEO%20RESIDUAL%20DE%20FRITURA%20PARA%20AP%E2%80%A6.pdf>. Acesso em: 24 set 2013.

SCHUCHARDT, Ulf; SERCHELI, Ricardo; VARGAS, Rogério M. Transesterification of Vegetable Oils: a Review. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 9, n. 1, p. 199-210, 1998.

SIQUEIRA, C. S. **Utilizações de resíduos agroindustriais em plantios florestais.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/inst/monografia/2010I/CarolinaSouza.pdf>>. Acesso em: 22 out 2014

SILVA FILHO, João B. da. **Produção de biodiesel etílico de óleos e Gorduras residuais (ogr) em reator químico de baixo custo.** 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

UDOP – União dos produtores de bioenergia. **Matéria-prima.** 2010. Disponível em:<[http://www.udop.com.br/download/estatistica/biodiesel/10jan12\\_oleo\\_vegetal.pdf](http://www.udop.com.br/download/estatistica/biodiesel/10jan12_oleo_vegetal.pdf)>. Acesso em: 27 out 2014.

VICALI. O. S. J. **Qualidade de óleo de soja refinado embalado em PET (Polietileno Tereftalato) armazenado na presença e ausência de luz.** Campo Grande MS. 2013.

WUST, E. **Estudo da viabilidade técnico-científica da produção de biodiesel a partir de resíduos gordurosos.** Mestrado, Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Regional de Blumenau – FURB, Blumenau, 2004.