



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS ANGICOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS,
TECNOLÓGICAS E HUMANAS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MAYARA RAYANE DE MEDEIROS

BIODIESEL EM GUAMARÉ/RN: ESTÁGIO INICIAL DE IMPLANTAÇÃO

ANGICOS-RN

2013

MAYARA RAYANE DE MEDEIROS

BIODIESEL EM GUAMARÉ/RN: ESTÁGIO INICIAL DE IMPLANTAÇÃO

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador(a): Prof.^a Dra. Alessandra Carla Oliveira Chagas Spinelli - UFERSA

ANGICOS-RN
2013

Catálogo na Fonte

Biblioteca Universitária Campus Angicos (BCA-UFERSA)

M488b	Medeiros, Mayara Rayane de. Biodiesel em Guamaré/RN: estágio inicial de implantação / Mayara Rayane de Medeiro. - Angicos: Ufersa, 2013. 60f.; il. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Campus Angicos. Orientadora: Prof. ^a Dra. Alessandra Carla Oliveira Chagas Spinelli. 1. Biodiesel. 2. Refinaria. 3. Guamaré-RN. I. Título. RN/UFERSA/BCA CDD 662.669
-------	--

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária-Documentalista
Rebeka M^a de Carvalho Santos Godeiro – CRB 15/432

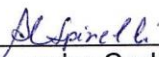
MAYARA RAYANE DE MEDEIROS

BIODIESEL EM GUAMARÉ/RN: ESTÁGIO INICIAL DE IMPLANTAÇÃO

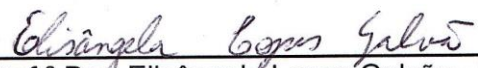
Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFERSA, Campus Angicos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

APROVADA EM: 11 / 09 / 2013

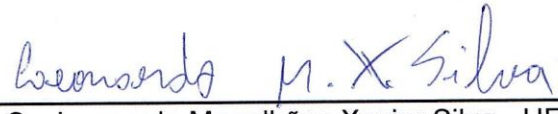
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dra. Alessandra Carla O. Chagas Spinelli
Presidente



Prof.^a Dra. Elisângela Lopes Galvão - UFERSA
Primeiro Membro



Prof. M. Sc. Leonardo Magalhães Xavier Silva - UFERSA
Segundo Membro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a MEU DEUS, que é de presença indispensável em minha vida. Sem ele eu não seria NADA.

Agradeço ao meu amor terrestre MAIOR, mainha, Maria do Socorro Medeiros, que sempre me amou incondicionalmente com ternura e ensinamentos, que jamais esquecerei. Junto com ela, meus avós maternos, Pedro Dantas e Rosa Lima, que infelizmente não estão mais entre nós, mas contribuíram de forma ímpar para essa minha evolução. E ao Padre Edmund Kagerer, que é como um pai para mim, só tenho a agradecê-lo, e amá-lo. E agradeço à minha família em geral, por todo apoio.

Agradeço aos meus irmãos, Humberto Dantas, Talisson Jason e Tamara Cássia, por toda força (Família Bonita...!).

Agradeço aos meus amigos lindos e amigas lindas: Elayne Nóbrega, por ser a melhor amiga que Deus pôde me dar; à Alanna Morais, pelo o amor e força concedida; Lediane Marques e Thalita Mendes, por serem tão maravilhosas, sempre a meu lado (criaturas lindas). Às minhas lindas, preciosas, Mércia Faria e Layssa Souza (pensei em não colocar nos agradecimentos, mas...!), por estarem comigo em todos os momentos, amo-as. Aos meus amores, Dandara Monteiro que foi e é de indispensável presença para mim, me ajudando sempre e me acompanhando nos momentos de risadas, entre outros mais. A Isabelly Christiny, por estar sempre comigo, me ajudando e consolando (O que essa “pobi” já ouviu.. !). A Queiroz (Queque) pela força e carinho que sempre me deu e dá, gosto demais. A Elisson David (Lunguinha Pereira Santos) por agoniar meu juízo, isso ajudou muito, e a Gian Cleiton por não acreditar em mim, foi de extrema importância. Agradeço a lane Maia e a Jaldson pela força e amizade.

Agradeço à minha orientadora (LINDA e braba que só...!), Alessandra Spinelli, que não desistiu de mim, muitas vezes, eu não merecendo. E a banca (SUPER PARTICIPATIVA), Leonardo Xavier que foi maravilhoso, sempre que precisei esteve comigo, indiretamente me chicoteando, e diretamente me chamando de “notinha de três reais” (Não entendo o porquê...). E a Elisângela Galvão, professora querida.

“Trabalhar com sustentabilidade é plantar um presente que garanta a subsistência das novas gerações, num planeta que pede socorro e se aquece a cada dia. Melhor que plantar árvores, despoluir rios, proteger animais, é semear a consciência de que a garantia da vida é respeitar as fronteiras da natureza.”

Nildo Lage

RESUMO

O biodiesel é um combustível renovável e biodegradável, que pode ser produzido a partir de óleos vegetais e gorduras animais. No Brasil, são usadas inúmeras espécies vegetais como matéria prima para sua produção. Dentre as mais utilizadas estão a soja, a mamona, o dendê, o girassol, o babaçu, o amendoim e o pinhão manso, com destaque para mamona e soja na região nordeste. A produção de biodiesel no Rio Grande do Norte está em fase de implantação e desde outubro de 2009, o município de Guamaré, localizado na região litorânea do Estado, passou a abrigar a Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC), mais uma unidade de operação da Petrobras para a produção de biodiesel. O objetivo do presente trabalho foi fazer levantamento da produção de biodiesel no município de Guamaré/RN, com ênfase no seu estágio atual de operação e os impactos socioeconômicos gerados pelas unidades experimentais de produção de biodiesel. Foi realizado um levantamento bibliográfico e realizadas entrevistas junto a uma cooperativa de assistência técnica para produtores rurais e junto ao escritório da Refinaria. De acordo com o presente estudo, a RPCC ainda está produzindo biodiesel em caráter experimental. As principais matérias primas usadas são a mamona e a soja; e técnica de produção adotada é a transesterificação catalítica. Existem outros processos utilizados para a produção de biodiesel, tais como: craqueamento térmico e catalítico, a esterificação e a transesterificação *in situ*. Há programas de inclusão social promovidos pela Petrobras em parceria com outros órgãos. E, apesar de estar em fase inicial, a produção de biodiesel pode ser promissora na inclusão de agricultores familiares na produção de matéria prima, bem como na geração de renda, além do impacto ambiental positivo que representa.

Palavras-chave: Biocombustível. Rio Grande do Norte. Refinaria.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Explosão devido à perfuração de rochas em regiões ultra profundas.	16
Figura 2 - Impactos gerados pelo derramamento de petróleo no mar.	16
Figura 3 - Reação global para a etapa de craqueamento.	18
Figura 4 - Reação geral do processo de esterificação.	20
Figura 5 - Reação geral da transesterificação.	21
Figura 6 - Reação de transesterificação para produção do biodiesel.	21
Figura 7 - Fluxograma da produção de biodiesel a partir da transesterificação.	22
Figura 8 - Quadro de evolução dos biocombustíveis no brasil.	30
Figura 9 - Localização geográfica do município de guararé/rn.	33
Figura 10 - Refinaria potiguar clara camarão localizada no município de guararé/rn.	40

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Oleaginosas disponíveis no território nacional para a produção de biodiesel. ...	24
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGROPALMA- Companhia Agroindustrial de Óleo de Palma
ANP- Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BNB- Banco do Nordeste
CNE- Conselho Nacional de Energia
CONSEPA- Conselho Nacional dos Sistemas Estaduais de Pesquisa Agropecuária
EMATER- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPARN- Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
FUNCERN- Fundação de Apoio ao Instituto Federal do Rio Grande do Norte
GLP- Gás Liquefeito de Petróleo
H BIO- Biocombustível a base de Hidrogênio
HC- Hidrocarbonetos
HDT- Unidade de Hidro Tratamento
IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INP- Instituto Nacional de tecnologia
MCT- Ministério da Ciência e Tecnologia
MDA- Ministério de Desenvolvimento Agrário
NOx- óxidos de nitrogênio
PARABIODIESEL- Companhia de Biodiesel do Pará
PBIO- Petrobras Biocombustíveis
PETROBRAS- Agência de Petróleo Brasileiro
PGPAF- Programa de Garantia de Preço da Agricultura Familiar
PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
PROÁLCOOL- Programa Nacional do álcool
PROCEFET- Programa do Centro Federal de Educação Tecnológica
PRÓ-ÓLEO- Programa Nacional de óleos Vegetais para Fins energéticos
RPCC- Refinaria Potiguar Clara Camarão
SAPE- Secretaria do Estado da Agricultura da Pecuária e da Pesca
SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
UEB-01- Unidade Experimental de Biodiesel 01
UEB-02- Unidade Experimental de Biodiesel 02

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 RECURSOS NATURAIS	13
2.2 A ENERGIAS NÃO RENOVÁVEIS E A INDÚSTRIA PETROLÍFERA.....	14
2.4.1 A produção petrolífera no Rio Grande do Norte.....	15
2.4.2 Impactos ambientais da exploração petrolífera.....	15
2.3 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: H BIO	17
2.4 BIODIESEL: CONCEITO E PROCESSOS DE PRODUÇÃO	18
2.4.1 Craqueamento.....	18
2.4.2 Esterificação	19
2.4.3 Transesterificação	20
2.5 MATÉRIAS PRIMAS DO BIODIESEL E PRINCIPAIS ÁREAS DE PRODUÇÃO NO BRASIL.....	23
2.5.1. ÁREAS DE PRODUÇÃO DE OLEAGINOSAS NO BRASIL.....	24
2.6 HISTÓRICO DO BIODIESEL NO BRASIL	26
2.7 LEGISLAÇÃO PERTINENTE À PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO BIODIESEL ..	28
2.8 BIODIESEL E INCLUSÃO SOCIAL	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 LOCAL DE ESTUDO.....	32
3.1.1 Município de Guamaré/RN.....	33
3.1.2 Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC).....	34
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.2 BIODIESEL E INCLUSÃO SOCIAL NO RIO GRANDE DO NORTE: INFORMAÇÕES GERAIS	36
4.3 PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM GUAMARÉ/RN: ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA A PRODUÇÃO DA MATÉRIA PRIMA.....	38
4.4 PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM GUAMARÉ/RN: REFINARIA POTIGUAR CLARA CAMARÃO	39
4.4.1 Histórico da Refinaria Potiguar Clara Camarão.....	39
4.4.2 Refinaria Potiguar Clara Camarão: Processo Industrial	41
5 CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE A- ROTEIRO DE ENTREVISTA COOPERATIVA TERRA LIVRE.....	50
APÊNDICE B- ROTEIRO DE ENTREVISTA DA COOPERATIVA POTIGUAR CLARA CAMARÃO.....	52

1 INTRODUÇÃO

A proteção ao meio ambiente e a sensata utilização de seus recursos naturais são requisitos muito importantes para o bem estar do planeta e de seus habitantes. Devido ao excesso de consumo desses recursos, vem-se notando uma série de impactos socioeconômicos e ambientais ao longo das últimas décadas, principalmente em relação às fontes energéticas não renováveis. Em função disso, foi necessário criar alternativas energéticas que pudessem suprir o papel do petróleo e seus derivados, e que, paralelamente, diminuíssem os impactos ocasionados por essa utilização. O biodiesel é de grande serventia nesse sentido, uma vez que, além de ser biodegradável e renovável, diminui relativamente a quantidade de poluentes liberados na atmosfera pelas indústrias petrolíferas (BIODIESEL BR, 2012).

O biodiesel pode substituir, total ou parcialmente, o óleo diesel derivado de petróleo em motores automotivos (automóveis, tratores, caminhões, etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, dentre outros) e pode ser produzido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais.

Existem inúmeras espécies vegetais no Brasil com potencial para a produção de biodiesel. Dentre essas matérias primas encontram-se a soja, o pinhão manso, o dendê, o girassol e a mamona (bastante utilizada para a fabricação de biodiesel no Rio Grande do Norte) entre outros (MATÉRIAS..., 2012). Para Oliveira e Costa (2006, p. 2), o biodiesel é de grande importância para o Brasil:

“O óleo diesel é atualmente o derivado de petróleo mais consumido no país (mais de 40 bilhões de litros/ano) e, considerando o perfil de produção nas refinarias brasileiras, uma fração crescente deste produto vem sendo importada (aproximadamente 5,3 bilhões de litros/ano). Além disso, a poluição do ar, as mudanças climáticas e a geração de resíduos tóxicos resultantes do uso do diesel e de outros derivados de petróleo têm um significativo impacto na qualidade do meio ambiente. Neste panorama surge o biodiesel como uma alternativa de grande potencial, visto ser obtido de fontes renováveis da biomassa, sendo considerado um combustível “ecologicamente correto”, pois reduz de maneira significativa a emissão de poluentes tais como o monóxido de carbono e os hidrocarbonetos não queimados, sendo praticamente isento de enxofre e substâncias aromáticas cancerígenas comuns aos derivados de petróleo”.

Outro aspecto de destaque, quanto ao biodiesel, é a possibilidade de inclusão social de agricultores/produtores na sua cadeia produtiva, gerando benefícios

diversos para as famílias que estão inseridas na agricultura familiar.

No município de Guamaré, localizado no litoral do Rio Grande do Norte, a Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC) funciona em caráter experimental desde 2004. No ano de 2010, a RPCC começou sua produção de gás liquefeito de petróleo (GLP), diesel e querosene e, no mesmo ano, começou a operar com duas plantas experimentais de produção de biodiesel, a Unidade Experimental de Biodiesel-01 (UEB-01) e Unidade Experimental de Biodiesel-02 (UEB-02). A UEB-01 usa tecnologia convencional, isto é, produz biodiesel a partir da transesterificação de óleos vegetais e a UEB-02 produz biodiesel a partir da transesterificação *in situ* (tecnologia patenteada pela Petrobras), na qual a produção de biodiesel é realizada sem a necessidade da prévia extração do óleo da matriz vegetal.

Recentemente, em 2012, a Agência Nacional de Petróleo (ANP) confirmou a ampliação da RPCC. Essa ampliação faz parte de estratégias da Petrobras para ampliar o processamento de óleo no País e reduzir as importações de derivados (ABEGÁS, 2012).

Com base nesse contexto, a presente pesquisa realizou um levantamento da produção do biodiesel no município de Guamaré/RN, com ênfase no seu estágio atual de operação e os impactos socioeconômicos gerados pelas unidades experimentais de produção de biodiesel instaladas na Refinaria Potiguar Clara Camarão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RECURSOS NATURAIS

O conceito de recursos naturais se refere aos recursos energéticos ou materiais disponibilizados pela natureza para consumo essencial, ou útil, dos seres humanos, podendo ser classificados como renováveis e não renováveis (MILLER; SPOOLMAN, 2012).

A classe dos renováveis refere-se àqueles recursos que demoram dias, ou até mesmo centenas de anos para serem repostos por processo natural, como é o caso da água, das plantas, entre outros. A classe dos não renováveis está relacionada com os recursos que estão disponibilizados em provisão, ou em quantidade limitada, e demoram milhões a bilhões de anos para serem repostos por processos geológicos. Porém, muitos desses recursos quando utilizados em abundância, se esgotam em processo mais rápido que sua própria formação. Alguns desses recursos não renováveis podem ser reutilizados, como é o caso do cobre e do alumínio (MILLER; SPOOLMAN, 2012).

No que se refere à possibilidade de obtenção e exploração de energia, os recursos naturais também podem ser classificados em energéticos e não energéticos. Dentre os recursos naturais energéticos e renováveis encontra-se a biomassa. De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2008, p. 67), no que se refere ao conceito de biomassa, diz-se que:

Qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo) quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos.

Há inúmeras técnicas para transformação da biomassa em energia. Tais técnicas estão associadas às diversas origens das matérias-primas, às tecnologias aplicadas e aos produtos derivados (ANEEL, 2008). Entre elas estão:

- Combustão direta para obtenção do calor - obtenção de vapor através de caldeiras, fornos e fogões.

- Pirólise ou carbonização – processo em que um combustível sólido é convertido em outro com qualidade e conteúdo energético melhor. Esse processo é o mais antigo e simples em termos de tratamento de conversão de combustível.
- Gaseificação – nesse processo estão envolvidos o vapor quente e o oxigênio através de reações termoquímicas, onde o combustível sólido é convertido em gás. Quando ocorre a conversão em gás, este pode ser utilizado para a geração de eletricidade em turbinas, entre outros.
- Digestão anaeróbica – ocorre na ausência do ar, fazendo com que a matéria orgânica se decomponha através da atuação das bactérias. O produto final obtido no processo é o biogás.
- Fermentação – acontece através da ação de microrganismos na conversão dos açúcares, obtendo um álcool como produto final.
- Transesterificação – reação química de óleos ou gorduras com um álcool, na presença de um catalisador. Os produtos finais são o biodiesel e a glicerina.

2.2 A ENERGIAS NÃO RENOVÁVEIS E A INDÚSTRIA PETROLÍFERA

Quando se fala em energias não renováveis, o petróleo é principal fonte. No setor da indústria extrativa mineral no Brasil, a produção de petróleo e de gás natural tem grande destaque no setor econômico do País.

O país que possui reservas petrolíferas e compõe uma estrutura adequada de refino, detém amplas vantagens competitivas sobre setores que movem a economia interna e da indústria. O petróleo gera combustíveis como gasolina, óleo diesel e querosene de aviação e, por sua vez, também participa da base de diversos produtos industrializados, como a parafina, nafta petroquímica, os tecidos e plásticos (PETROBRAS, 2012).

As principais regiões brasileiras produtoras de petróleo em terra são as regiões Norte e Nordeste e, em menor escala, o Sudeste, na área do Espírito Santo. Em média são produzidos, nos campos terrestres, 210 mil barris por dia de óleo e 17,9 milhões de m³ de gás (PETROBRAS, 2012).

2.4.1 A produção petrolífera no Rio Grande do Norte

O Rio Grande do Norte é o segundo maior produtor de petróleo do Brasil, e o primeiro na produção em terra. Em 2001, foram extraídos 4,8 milhões/m³ de óleo da bacia potiguar. As reservas, medidas em barris, atingiram 543 milhões, dos quais 410 milhões são de petróleo, e o restante de gás natural (IDEMA, 2003).

A indústria de petróleo traz diversos benefícios para a economia do Rio Grande do Norte, resultantes dos *royalties* pagos ao governo, às prefeituras e aos proprietários rurais. Uma diminuição na produção de petróleo geraria impactos bastante negativos para a economia do Estado. Os empregos e a renda gerados pelas atividades diretas de produção de petróleo, bem como os serviços relacionados, também sofreriam alterações, afetando assim, o crescimento econômico (PINHEIRO et al., 2012).

2.4.2 Impactos ambientais da exploração petrolífera

No que se refere ao aspecto ambiental, qualquer tipo incidente e/ou acidente provocado pela exploração do petróleo, como o exemplo ilustrado na Figura 1, pode ser considerada uma catástrofe ambiental. Os impactos causados pelo derramamento de petróleo nos mares, por exemplo, são de grande proporção: a mancha de petróleo gerada se alastra pelo mar, contaminando as águas e matando milhares de animais (Figura 2).

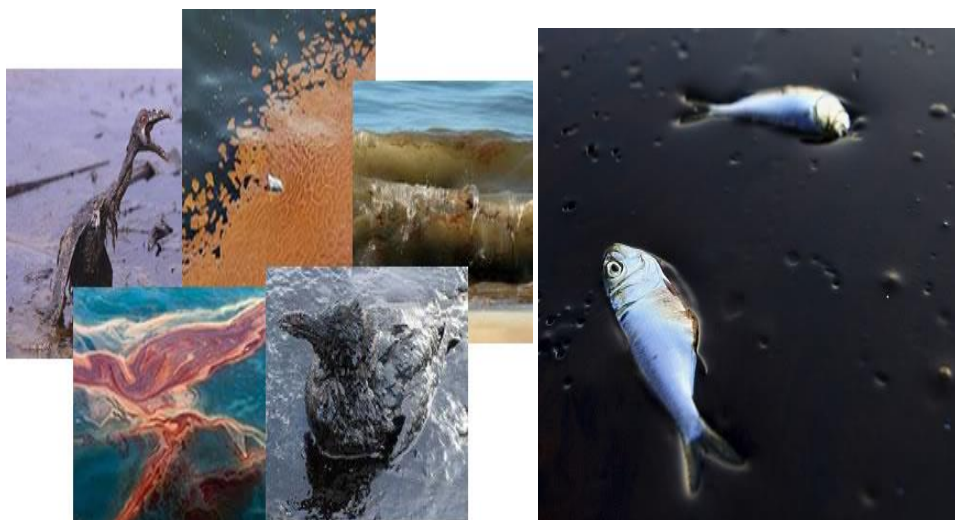
Figura 1. Explosão devido à perfuração de rochas em regiões ultra profundas.



Fonte: G1 (2010).

Outra forma de contaminação causada pelo petróleo é o uso da água do mar para lavar tanques petroleiros: a água depois de utilizada é descartada no mar, poluindo assim a região (SANTOS, 2012).

Figura 2. Impactos gerados pelo derramamento de petróleo no mar.



Fonte: Alunos online (2012).

Um dos grandes fatores de poluição atmosférica é a emissão de gases tóxicos liberados por veículos automotivos. Esses veículos são responsáveis pela

emissão de gases como monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NOx), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de carbono (CO₂), chumbo, fumaça, entre outros.

As principais fontes de energia consideradas como mais poluentes em termos de emissões de CO₂ são: o gás liquefeito do petróleo (GLP), gás natural, o óleo combustível e o óleo diesel (CHRISTOFF, 2006).

Baseando-se em todos esses embates, e em outros mais, foi necessária a criação de um programa que atendesse às exigências do mercado petrolífero, entretanto que, gerasse menos impactos. Uma das alternativas para isso seria o biodiesel, que além de diminuir os impactos ambientais, poderia gerar inclusão social, inserindo a agricultura familiar no processo de produção das matérias-primas e promovendo a geração de renda (SANTOS, 2012). Além do biodiesel, o H BIO surge como mais uma opção.

2.3 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: H BIO

Como opção ao mercado consumidor do diesel, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (CENPES), desenvolveu e patenteou, em 2006, um processo para a produção de um neodiesel, produzido a partir de óleos vegetais e gorduras animais, chamado de H-Bio (FONTANA, 2011).

O H-Bio consiste na hidrogenação de uma corrente de gasóleo, misturada a óleo vegetal, por uma unidade de Hidrotratamento (HDT), ou seja, aplicação de calor e pressão na ausência de oxigênio e na presença de hidrogênio com auxílio de catalisadores. Os óleos vegetais utilizados possuem seis átomos de oxigênio em cada molécula e não possuem aromáticos, nitrogênio e nem enxofre. Tais óleos em contato com o hidrogênio (por meio de um catalisador) em um reator com pressão equivalente a 70 atm e com temperatura acima de 300°C sofrem a retirada dos átomos de oxigênio sob a forma de água, reproduzindo hidrocarbonetos na faixa do diesel (PORTAL DE ESTUDOS EM QUÍMICA, 2013).

As principais vantagens do H BIO são (BIODIESEL BR, 2006, pg. 1):

- Permite o uso de óleos vegetais de diversas origens;
- Não geram resíduos a serem descartados;
- Incrementa a qualidade do óleo diesel, diminuindo o percentual de enxofre;

- Complementa o programa de utilização de biomassa na matriz energética, gerando benefícios ambientais e de inclusão social;
- Flexibiliza a composição da mistura (carga) a ser processada na Unidade de Hidrotratamento (HDT) e otimiza a utilização das frações de óleo diesel na refinaria;
- Perspectiva de minimização de testes veiculares e laboratoriais, sendo o produto final o próprio diesel, já utilizado pela frota nacional;
- Requisitos normais de manuseio e estocagem.

Como desvantagem do H-Bio em comparação ao biodiesel, tem-se o rendimento do processo e o alto custo do hidrogênio. Para produção de uma tonelada de H-BIO são consumidos cerca de 30 kg de hidrogênio e para cada tonelada de óleo vegetal utilizada, obtém-se no máximo, 850 kg de H-BIO, ou seja, um rendimento de 85% (FONTANA, 2011).

2.4 BIODIESEL: CONCEITO E PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Segundo BRASIL (2005, p.1), o biodiesel pode ser definido como:

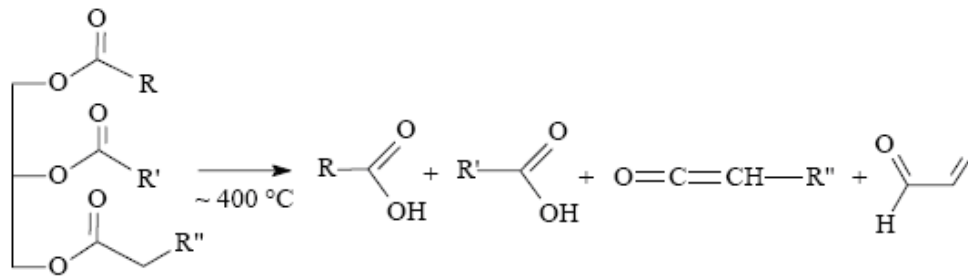
Biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil.

O biodiesel pode ser obtido através de três processos: craqueamento, esterificação e transesterificação (OLIVEIRA; COSTA, 2006).

2.4.1 Craqueamento

Derivado do verbo em inglês “to crack” (quebrar, dividir), o craqueamento térmico ou pirólise é um processo que provoca a quebra das moléculas por aquecimento altas temperaturas, aproximadamente 450°C, na ausência de ar ou oxigênio, formando uma mistura de compostos químicos com propriedades muito semelhantes às do diesel de petróleo (Figura 3).

Figura 3 - Reação global para a etapa de craqueamento.



Fonte: AGEITEC (2011).

No craqueamento térmico, o custo do biodiesel é consideravelmente alto em função dos equipamentos utilizados para seu processo e sua produção é de pequena escala, aproximadamente mil litros por dia (BIODIESELBR, 2004).

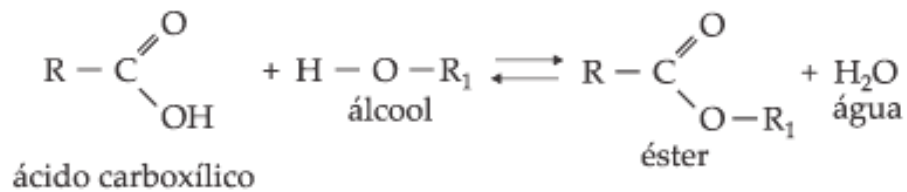
Para melhoria nas condições do processo, estão sendo desenvolvidos e utilizados inúmeros catalisadores. Os catalisadores podem ajudar numa determinada rota reacional, modificando a constituição final dos produtos, conseqüentemente, o processo de craqueamento pode ter sua energia reduzida, assim, os custos da produção se tornam mais acessíveis (DELATORRE, 2011).

Com o intuito de provocar a eliminação dos produtos oxigenados, alguns catalisadores estão em processo de exploração para alterar a seletividade dos produtos do craqueamento. Apresentam bons desempenho os seguintes catalisadores: óxido de alumínio, ácido fosfórico suportado em sílica, óxidos de molibdênio, níquel suportado em alumina, zeólitas ácidas, óxidos de silício, alumina dopada com óxidos metálicos (estanho e zinco) e vários outros constituídos à base de sílica. Catalisadores pouco seletivos, como a alumina, que compõe uma estrutura porosa e acidez superficial admissível, ameniza consideravelmente a acidez final dos produtos (DELATORRE, 2011).

2.4.2 Esterificação

Trata-se de uma reação química reversível, na qual um ácido carboxílico reage com um álcool produzindo éster e água (Figura 4). Na reação de esterificação são empregados alcoóis de baixo peso molecular, como é o caso do metanol e do etanol (GOMES, 2009).

Figura 4 - Reação geral do processo de esterificação.



Fonte: Portal de Estudos em Química (2010).

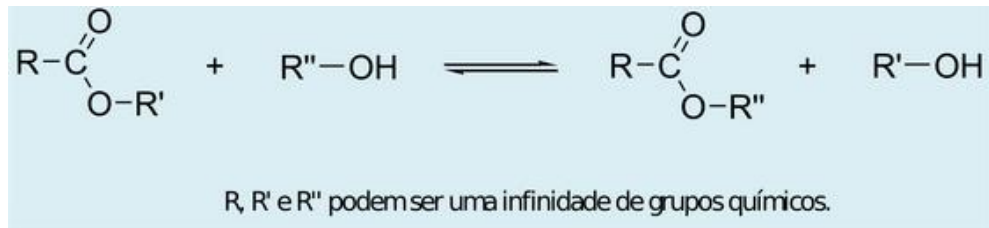
Na catálise alcalina, a reação preferencial do catalisador seria a de associar-se com ácidos graxos livres para formar sabão. A formação do sabão favorece o aparecimento de emulsões entre o álcool e o ácido graxo, contrariando a reação de esterificação. No caso da utilização da catálise ácida homogênea, tem-se como contratempo a dificuldade de se retirar o resíduo do catalisador do material que passou pelo processo de esterificação. Normalmente, a retirada do catalisador é feita a partir da lavagem da mistura com álcool, que é separado da fase óleo por extração com solvente imiscível com o óleo, geralmente glicerina. Com este procedimento, alguns ácidos graxos esterificados são perdidos, reduzindo o rendimento do processo. Para mitigar esse problema, podem ser empregados catalisadores sólidos ácidos ou a catálise enzimática (OLIVEIRA; COSTA, 2006).

2.4.3 Transesterificação

A transesterificação é atualmente, o processo mais utilizado para a produção de biodiesel e consiste em uma reação química entre um éster e um álcool, da qual resulta um novo éster e um novo álcool (Figura 5).

Este processo tem por objetivo modificar a estrutura molecular do óleo vegetal, tornando-a praticamente idêntica à do óleo diesel e, por consequência, com propriedades físico-químicas similares (TRZECIAK et al., 2008).

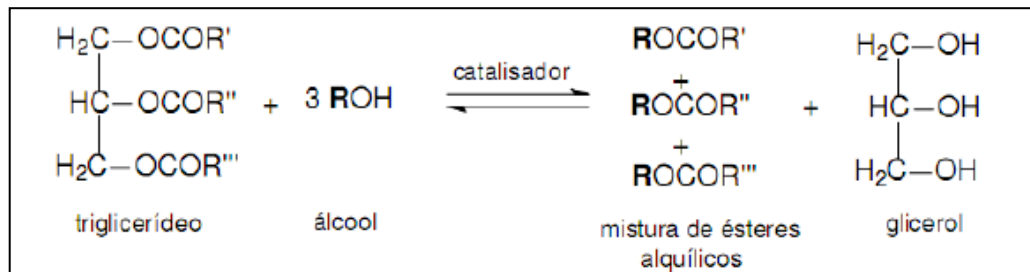
Figura 5 - Reação geral da transesterificação.



Fonte: Meneghetti et al. (2012).

Os óleos vegetais ou triglicerídeos são formados por um éster de três ácidos graxos ligados a uma molécula de glicerol (Figura 6). Através da transesterificação é possível realizar a separação da glicerina dos óleos vegetais.

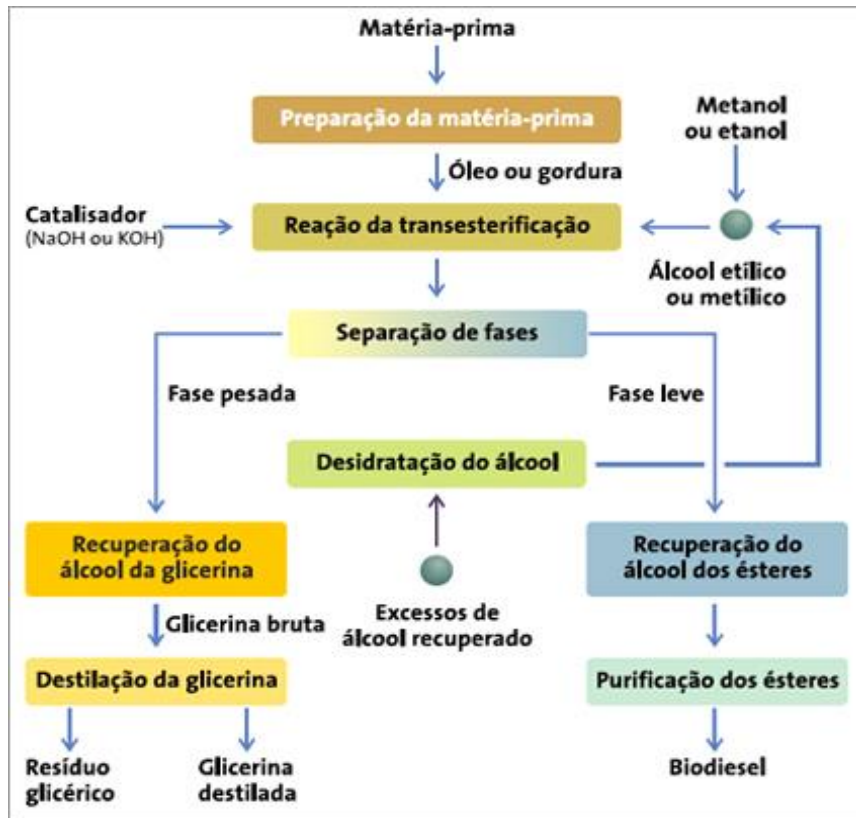
Figura 6 – Reação de transesterificação para produção do biodiesel.



Fonte: Souza, et al. (2012)

A Figura 7 ilustra o fluxograma da produção de biodiesel a partir da transesterificação. O processo de transesterificação começa misturando o óleo ou gordura com um álcool simples (podendo ser o metanol ou o etanol, entre outros) na presença de um catalisador, acelerando assim a reação. Depois disso, ocorre a separação de fases, onde a glicerina (fase mais pesada) é separada do biodiesel por decantação, reduzindo assim a viscosidade (UNIQUE, 2012).

Figura 7. Fluxograma da produção de biodiesel a partir da transesterificação.



Fonte: TN sustentável (2013).

A reação de transesterificação pode ser catalisada através do uso de ácidos ou bases, via processo catalítico homogêneo ou heterogêneo (OLIVEIRA, COSTA, 2006).

Os catalisadores básicos são menos corrosivos do que os ácidos. Os mais utilizados são os hidróxidos de sódio (NaOH) e de potássio (KOH), por serem mais baratos. O processo por catálise básica é rápido e de inúmeras transformações. Na fase inicial do processo, a base reage com o álcool, produzindo um alcóxido e o catalisador protonado (CASTRO, 2009). O processo de transesterificação via catalisa básica é usado quando a quantidade de ácidos graxos livres no óleo não é elevada, pois o alto teor desses ácidos favorece as reações de saponificação, diminuindo assim a eficiência da conversão (CHRISTOFF, 2006).

Na transesterificação por catálise ácida, os catalisadores mais usados são o ácido sulfúrico, o ácido clorídrico e os ácidos sulfônicos. O processo por catálise ácida é mais lento que o da catálise básica e requer condições mais elevadas de temperatura e pressão. Porém, mesmo sendo desvantajosa em termos econômicos,

a transesterificação por catálise ácida é a alternativa mais viável quando o óleo utilizado como matéria prima possui alta concentração de ácidos graxos livres (CASTRO, 2009).

2.4.3.1 Transesterificação *in situ*

Consiste na condução da reação de transesterificação diretamente na matéria-prima oleaginosa, o que evita os custos com a prévia extração do óleo.

O processo de transesterificação *in situ* promove a conversão do óleo da biomassa diretamente para monoésteres, eliminando assim a etapa de extração necessária para obter a matéria prima, ou seja, o óleo, posteriormente convertê-lo em biodiesel, sendo esta diferença para o método convencional (JÚNIOR, 2010, p. 23).

Nesse processo, o método é seguro e rápido, onde necessita de menos energia no processo global da reação, diminui os custos e reduz os impactos ambientais (JÚNIOR, 2010).

2.5 MATÉRIAS PRIMAS DO BIODIESEL E PRINCIPAIS ÁREAS DE PRODUÇÃO NO BRASIL

Existem diversos tipos de matérias primas para a produção de biodiesel. Os óleos vegetais e a gordura animal possuem grande destaque dentro dessas matérias primas. Além deles, os óleos e gorduras residuais, resultantes de processamento doméstico, comercial e industrial também podem ser utilizados como matéria prima e apresentam um grande potencial de oferta. Algumas possíveis fontes são: as lanchonetes, as cozinhas industriais, as indústrias (onde ocorre a utilização desses óleos e gorduras na produção de alimentos) e os esgotos municipais, onde a nata sobrenadante é rica em matéria graxa.

No que refere à produção com base em gordura animal, destacam-se: o sebo bovino, o óleo de peixe, o óleo de mocotó, a banha de porco, entre outros. (OLIVEIRA, COSTA, 2006).

Quanto aos óleos vegetais, o Brasil detém grande vantagem em relação a outros países produtores, uma vez que possui grande extensão territorial e uma flora com cerca de 50.000 a 60.000 espécies. Por sua diversidade biológica, o Brasil

possui inúmeras espécies com potencial para produção de biodiesel. Algumas das principais fontes são: o a soja, o girassol, o dendê, a canola, o babaçu, o coco e a mamona (Tabela 1).

Tabela 1 - Oleaginosas disponíveis no território nacional para a produção de biodiesel.

Região	Oleaginosas
Norte	Dendê, babaçu, soja
Nordeste	Babaçu, soja, mamona, dendê, algodão e coco
Sudeste	Soja, mamona, algodão, girassol e amendoim
Sul	Soja, milho, canola, girassol e algodão
Centro-oeste	Soja, mamona, algodão, girassol, dendê

Fonte: PARENTE (2003)

As oleaginosas podem ser produzidas em larga escala se obedecidas as condições adequadas de cultivo, como: solo e clima apropriados, temperatura adequada, entre outros fatores (TRZECIAK et al., 2008)

O cultivo dessas espécies e a própria produção de biodiesel, favorece a geração de empregos, e assim, promove a inclusão social, quando voltada para a agricultura familiar (TRZECIAK et al., 2008).

2.5.1. Áreas de produção de oleaginosas no Brasil

No Brasil, existem mais de 160 estabelecimentos de agricultura familiar que produzem soja e participam com uma produção de 6,6 milhões de toneladas da oleaginosa no País. Por volta de 98% desses estabelecimentos se encontram nas regiões Sul e Centro Oeste. A produção de soja entre os agricultores familiares nessas regiões se dá há pelo menos 30 anos. Depois do início do Programa Nacional de Uso e Produção do Biodiesel (PNPB), cerca de 60 mil estabelecimentos da agricultura familiar, produtores de soja, se integraram no PNPB, vendendo em média 1,59 milhões de toneladas de soja (CARVALHO et al., 2007).

Com relação à produção de mamona pela agricultura familiar, após o PNPB houve um crescimento considerável, devido à acentuação das ações do Governo Federal e das empresas produtoras de biodiesel na região Nordeste. No ano de 2008, na região Nordeste e no semiárido foram cultivados pelos agricultores

familiares, através do PNPB, 13 mil hectares e foram vendidos 5,8 mil toneladas do grão da mamona. No ano seguinte, estes números subiram para 46 mil hectares e 24 mil toneladas. Após isso, em 2010, foram cultivados 72 mil hectares de mamona, gerando uma venda de 32,8 mil toneladas, ou seja, basicamente metade da área total cultivada no Brasil foi advinda da agricultura familiar da região Nordeste e do semiárido (PNPB, 2012).

Segundo Carvalho et al. (2007), o PNPB gerou benefícios para a produção de mamona da agricultura familiar, em função, especialmente, da cadeia produtiva da mamona. A produção desta oleaginosa, existente há anos, por tempos foi caracterizada por uma série de pontos negativos, como por exemplo, a incerteza na venda da mamona, pelo oportunismo dos compradores, pelo baixo índice de técnicas apropriadas e pela desorganização dos agricultores.

Com a criação do Selo Combustível Social, uma forma de gerar inclusão social e desenvolvimento regional, os agricultores passaram a ter preços mínimos garantidos, assegurados pelo Programa de Garantia de Preço da Agricultura Familiar (PGPAF) e assistência e capacitação técnica, e ainda, mais estabilidade com relação aos contratos feitos com a indústria. As compras de mamona no PNPB vêm proporcionando renda adicional para as famílias dos agricultores, movimentando assim, a economia de suas regiões. Mesmo com todos os avanços, ainda há muito espaço para ampliar a participação da mamona no programa e, para essa ampliação acontecer é necessário aumentar a produção e a produtividade dessa oleaginosa no Semiárido Brasileiro, melhorando as formas de produção e incluindo melhorias no sistema de tecnologia adequada para o campo. O Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), com o intuito de suprir as necessidades tecnológicas adequadas, está criando centros de excelência em oleaginosas na região semiárida do Brasil (PNPB, 2012).

A canola e o girassol fazem parte dos sistemas de produção de grãos da região Centro-Oeste do Brasil. Essas oleaginosas constituem também ótimas opções de cultivo no inverno da região Sul e contribuem com a diminuição da maioria dos problemas fitossanitários de leguminosas como a soja e o feijão, e das gramíneas como o milho, trigo e outros cereais. Seu cultivo reduz ainda, as despesas associadas ao uso de produtos fitossanitários (produtos usados na agricultura, para matar os insetos que ameaçam a colheita), priorizando a estabilidade e a qualidade da produção dos grãos. Entretanto, existem determinados

problemas tecnológicos para a expansão do cultivo dessas oleaginosas no Brasil: há a necessidade de identificar genótipos mais produtivos e que sejam mais imunes às doenças; melhorias nas tecnologias de controle e melhorias também, nas recomendações de adubação para cada região de cultivo, com intuito de aperfeiçoar o potencial genético de novos genótipos (TOMM; LEITE, 2013).

As regiões Norte e Nordeste são as maiores produtoras de dendê/palma. O Estado do Pará, na região Norte, se sobressai como principal produtor, produzindo por ano 770 mil toneladas de óleo de palma. O Pará possui um programa, iniciado em 2004, que incentiva a produção do biodiesel, o PARABIODIESEL. O referido Programa tem como objetivo, acomodar e assentar a cadeia produtiva do biodiesel na região. O óleo de dendê, ou palma como também é conhecido, tem recebido uma atenção particular, pois já se tem uma produção considerável de dendê (4 a 5 milhões de hectares plantados) e também uma usina de biodiesel a partir do dendê em funcionamento, autorizada pela ANP, a AGROPALMA, que utiliza os resíduos do óleo de dendê como matéria-prima da sua produção (G1, 2013).

O gergelim tem sua produção intensificada, principalmente, no Centro Oeste. Sua cultura foi impulsionada pelo Selo Combustível Social, apresentando resultados expressivos na safra de 2009 e 2010. No ano de 2008, os números registraram uma produção de cinco toneladas do produto, tendo um aumento significativo de 138 toneladas, no ano de 2009, sendo 1,7 mil toneladas vendidas pela agricultura familiar no ano de 2010. A agricultura familiar foi um dos pilares para o aumento da produção de gergelim no Brasil em 2010. Entretanto, para que essa produção e produtividade aumentem se faz necessária eficiência na transferência e difusão de tecnologia para o campo. O Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), junto com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), articulou ações de capacitação técnica de profissionais, para melhorias no desenvolvimento desta cultura na região Centro Oeste (PNPB, 2012).

2.6 HISTÓRICO DO BIODIESEL NO BRASIL

A história do biodiesel nasceu com a criação dos motores diesel no final do século XIX. O motor com maior eficiência termodinâmica, concebido por Rudolf Diesel, foi construído para funcionar com óleo mineral. Porém, a utilização de óleo vegetal no motor diesel foi testada por solicitação do governo francês e tinha como

objetivo estimular a autossuficiência energética nas colônias do continente africano, com intuito de mitigar os custos gerados pelas importações de carvão e de combustíveis líquidos. O óleo usado para os testes foi o óleo de amendoim, que era encontrado em abundância nos países de clima tropical. Outros experimentos conduzidos por Rudolf Diesel foram realizados em San Petersburgo, na Rússia, com locomotivas que funcionavam utilizando óleo de mamona e com óleos animais, gerando bons resultados em ambos os casos (BIODIESEL BR, 2006).

Com o passar dos anos, os biocombustíveis foram sendo testados em várias partes do mundo. Países como Argentina, Estados Unidos, Alemanha, França, entre outros, já produzem biodiesel para comercialização, estimulando o desenvolvimento industrial. No início da década de 90, o processo de industrialização do biodiesel foi iniciado na Europa e, mesmo tendo sido desenvolvido no Brasil, o principal mercado produtor e consumidor de biodiesel em grande escala foi a Europa. A produção europeia atinge anualmente mais de 1,35 milhões de toneladas do biocombustível, em média de 40 unidades de produção, correspondente a 90% da produção mundial. O governo promove leis específicas e garante incentivo fiscal aos produtores. A tributação sobre os combustíveis de petróleo na Europa, inclusive do óleo diesel mineral, é bastante alta, assegurando a competitividade do biodiesel no mercado (BIODIESEL BR, 2012).

No Brasil, a trajetória do biodiesel começou com estudos realizados pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INP), na década de 20, e ganhou destaque em 1970, com a criação do Plano de Produção de Oleaginosas de Origem Vegetal para Fins Energéticos (Pró-óleo), que nasceu no desenrolar da primeira crise do petróleo. Na década de 80, o Plano passou a ser o Programa Nacional de Óleos Vegetais para Fins Energéticos, pela Resolução nº 7 do Conselho Nacional de Energia (CNE). O Programa tinha como objetivo promover a substituição em até 30% do óleo diesel por biodiesel, apoiado na produção de soja, amendoim, canola e girassol (GAZZONI, 2012).

As primeiras avaliações de viabilidade do uso de óleos vegetais *in natura* e de biodiesel (mistura do óleo vegetal + álcool) começaram em 1982, quando foram realizados diversos testes com a colaboração de uma indústria automobilística. Dentre os vários combustíveis testados, o éster etílico de soja puro e a mistura de 30% de éster etílico de soja e 70% de óleo diesel estavam inclusos (EAFMUZ, 2006).

Com a estabilização dos preços do petróleo e o ingresso do Proálcool, paralelamente com o alto custo da produção das oleaginosas, estes serviram como fatores consideráveis para o atraso do Programa. Entretanto, apesar da escassez de incentivos e da desaceleração dos programas governamentais, muitas experiências concretas seguiram seu curso. Vale ressaltar um importante marco de iniciativa privada que ocorreu em 1980, com o pedido de registro da primeira patente brasileira pelo engenheiro químico Expedito José de Sá Parente. Esse registro, no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), saiu em 1983, sendo considerada uma referência para o país. Desde então, vem sendo ampliadas pesquisas aqui no Brasil que podem beneficiar a produção e a comercialização de biodiesel (SEBRAE, 2012).

2.7 LEGISLAÇÃO PERTINENTE À PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO BIODIESEL

No ano de 2003, houve os primeiros estudos concretos para a criação de uma política do biodiesel no Brasil. Em dezembro de 2004 foi lançado pelo Governo o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) que, inicialmente, tinha como objetivo introduzir o biodiesel na matriz energética do país, focando na linha de inclusão social e no desenvolvimento regional. O resultado principal dessa fase inicial foi a definição de uma legislação pertinente e regulatória, com a edição de duas Leis e vários atos normativos (PNPB, 2012).

Com base no Decreto 5.448/2005, de 20 de maio de 2005, que viabiliza a produção e comercialização do biodiesel e a quantidade a ser adicionada ao diesel de petróleo, foram lançadas as seguintes leis (ANP, 2005, p. 2):

- **Lei nº 11.097/05** – Regra de adição: Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.
- **Lei nº 11.116/05** – Modelo Tributário: Dispõe sobre o Registro Especial, na Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda, de produtor ou importador de biodiesel e sobre a incidência da Contribuição para o PIS/PASEP e da Cofins sobre as receitas decorrentes da venda desse produto.
- **Decreto nº 5.297/04** – Alíquotas PIS/COFINS diferenciadas e selo social: Reduz as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a importação e a comercialização de biodiesel.

- **Decreto nº 5.448/05** – Mistura de 2%: dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, e dá outras providências.
- **20 resoluções ANP** – Produção, especificação e regras de comercialização.
- **Resolução CNPE nº 3/05** - Redução de prazo para percentual mínimo intermediário de 2% restrito aos detentores do Selo “Combustível Social”.
- **Portaria MME nº 483/05** – Diretrizes para realização de leilões pela ANP aquisição de Biodiesel.
- **Resolução ANP nº 31/05** – Regras e condições dos leilões públicos de aquisição de Biodiesel.

No que tange a comercialização do biodiesel, desde que foi criado o PNPB foram realizados doze leilões de biodiesel pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) e vários leilões para formação de estoque pela Petrobras. Os leilões realizados pela ANP têm como objetivo garantir a mistura obrigatória de biodiesel prevista na lei, já os leilões da Petrobras são destinados à formação de estoques (caso aconteça problemas de fornecimento das usinas, que sejam compensados com a oferta adicional) (RESULTADO..., 2012).

Em função das vantagens e dos interesses do governo no desenvolvimento do biodiesel para o aproveitamento do seu potencial social, foi criada e aprovada uma lei que viabiliza a adição de biodiesel ao diesel mineral derivado de petróleo. De acordo com essa lei, tem-se que (ANP, 2010, p. 3):

- **Res. CNPE 05/2007** - todo o biodiesel necessário para atendimento ao percentual mínimo obrigatório de que trata a Lei no 11.097, de 13 de janeiro de 2005, será contratado mediante leilões públicos.
- **Leilões Públicos** – conduzidos pela ANP. O produto é entregue no produtor
- **Releilões** – conduzidos pelas refinarias – Petrobras e REFAP. As distribuidoras retiram o produto diretamente nos produtores.
- **Res. CNPE 07/2007** – leilões de estoque -diretrizes para formação de estoques conduzidos diretamente pelos compradores (refinarias)
- **Entregas CIF** – produtor responsável pela entrega no local de armazenamento indicado pela refinaria.

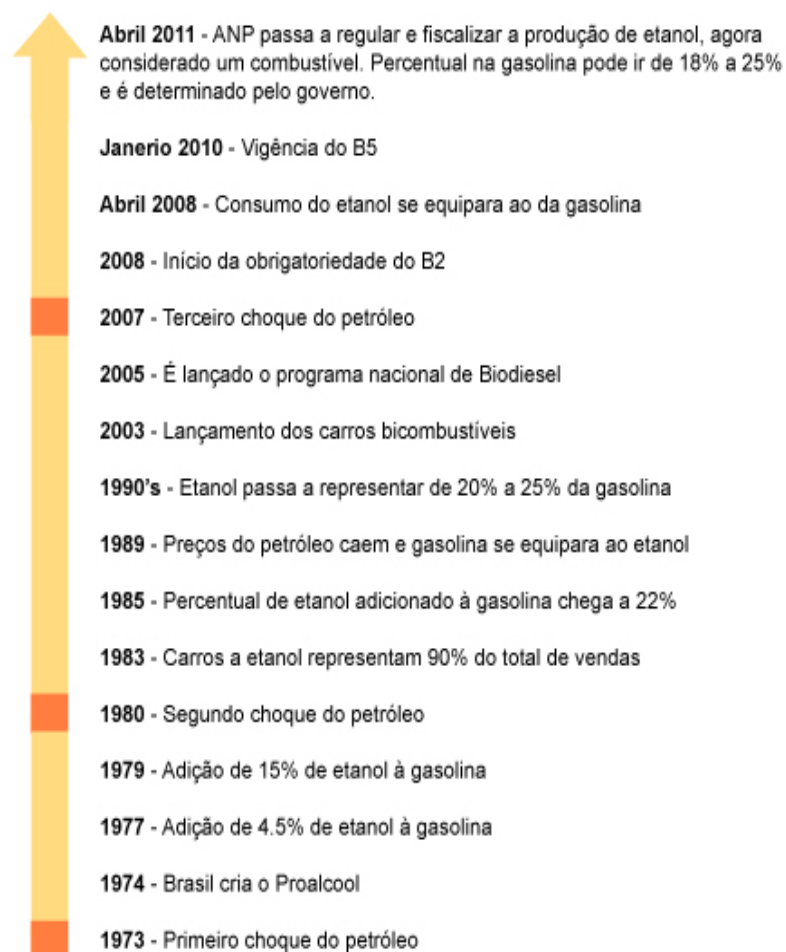
Em 2008, a proporção de biodiesel acrescido ao diesel era de apenas 2% (SEBRAE, 2010). De acordo com Souza et al. (2007, p.83), no que se refere a citada proporção:

Deve-se destacar que essa pequena quantidade de biodiesel diminui significativamente a quantidade de poluentes expelidos pelos escapamentos dos carros, e cria uma enorme demanda de matéria prima e serviços em toda a cadeia do biodiesel. No entanto, para que se tenham todas essas vantagens, é necessário que esse

combustível e outros produtos da cadeia produtiva tenham sua qualidade garantida, o que só pode ser conseguido implantado-se um controle de qualidade, desde o início até o fim da cadeia produtiva do biodiesel

Em 2010, deu-se início a vigência do B5, porém, só no corrente ano (2013), a quantidade mínima de 5% do biodiesel adicionado ao diesel foi obrigatória, como mostra o quadro de evolução dos biocombustíveis na Figura 8.

Figura 8. Quadro de evolução dos biocombustíveis no Brasil.



Fonte: ANP (2012).

2.8 BIODIESEL E INCLUSÃO SOCIAL

O biodiesel, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento sustentável, pode proporcionar harmonia social. A inclusão social busca introduzir os agricultores/produtores de matéria prima, na cadeia lucrativa da produção de biodiesel, gerando benefícios diversos para as famílias que estão inseridas na agricultura familiar. A inclusão social consiste em introduzir no contexto econômico, atividades sociais que beneficiem diretamente, os colaboradores da produção de biodiesel. Trata também, da criação de projetos que beneficiem a sociedade como um todo (EAFMUZ, 2006).

De acordo com Lima (2004, p. 12):

Estudos desenvolvidos pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Integração Nacional e Ministério das Cidades, mostram que a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar podem ser gerados cerca de 45 mil empregos no campo, com uma renda média anual de aproximadamente R\$ 4.900,00 por emprego. Admitindo-se que para 1 emprego no campo são gerados 3 empregos na cidade, seriam criados, então, 180 mil empregos. Numa hipótese otimista de 6% de participação da agricultura familiar no mercado de biodiesel, seriam gerados mais de um milhão de empregos.

Mais de 200 mil famílias brasileiras de pequenos produtores rurais estão envolvidas com a produção de matérias primas, o que faz do biodiesel um fator significativo para a inclusão social. A indústria do biodiesel ainda tem suporte para gerar mais de 500 mil empregos e é responsável pelo incremento da renda e pela melhoria de qualidade de vida de todos que participam da cadeia produtiva das matérias primas (LIMA, 2004).

O planejamento e a implantação da metodologia de organização da base produtiva, denominada Projeto Polos de Biodiesel, tem como objetivo articular a base produtiva da agricultura familiar que fornece matéria prima para a produção de biodiesel e os diversos atores estaduais e territoriais envolvidos na temática, isto é, o acesso destes agricultores às políticas públicas, às tecnologias e à capacitação adequada às regiões do país com potencial de implantação do projeto (SEBRAE, 2013).

Quando usado na substituição do óleo diesel de petróleo, o biodiesel reduz as emissões de diversos poluentes (monóxido de carbono, enxofre, etc.), e ajuda no

combate ao efeito estufa. Colabora para uma maior diversificação da matriz energética brasileira, que já é exemplo mundial na utilização de energias renováveis. Reforça o protagonismo do Brasil nos acordos e compromissos internacionais de respeito ao meio ambiente e mudanças climáticas. Colabora para que o Brasil importe menos óleo diesel de petróleo de outros países, e também deixe de exportar grãos *in natura*. Além de vantagens ambientais e econômicas, a produção de biodiesel pode trazer inúmeros benefícios sociais, essa produção gera trabalho e renda, tanto no campo, quanto na fábrica. Com relação ao cultivo da matéria prima, são criadas oportunidades de emprego e geração de renda na agricultura familiar, promovendo a inclusão social em todas as regiões do país (PNPB, 2012).

Neste contexto, vale salientar que para geração de biodiesel há alguns impactos negativos a serem observados, como por exemplo, na seleção dos solos para a produção da matéria prima, onde se tem alterações nas propriedades físicas do solo e desencadeamento de processos erosivos, no planejamento do uso e ocupação do solo, onde se têm alterações na composição da flora e interrupção da regeneração, alterações no microclima, nas espécies e população. Já no plantio das matérias primas acontece a contaminação da fauna/flora e impacto socioeconômico devido ao uso dos transgênicos, entre outros fatores (STCP engenharias de projetos, 2006).

Há também, os riscos de contaminação do solo e recursos hídricos por metais pesados e seus reflexos no meio biológico, decorrentes do uso excessivo de adubos químicos e agrotóxicos. O efeito danoso de metais pesados depende da quantidade acumulada e de suas formas químicas no solo (STCP engenharias de projeto, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

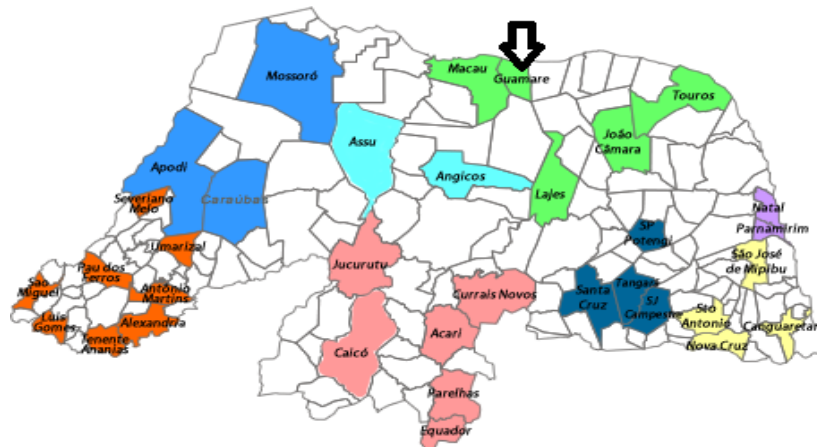
3.1 LOCAL DE ESTUDO

O presente estudo tomou como base a produção de biodiesel no Rio Grande do Norte, com recorte especial para o município de Guamaré, onde se encontra instalada a Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC). A RPCC está sendo ampliada para funcionar em caráter de produção e comercialização do biodiesel no ano de 2013.

O Rio Grande do Norte está localizado na região Nordeste do Brasil e possui uma área de 53.077,15 Km². É composto por 167 municípios, tendo como capital a cidade de Natal. De acordo com o Censo 2010 do IBGE, sua população tem por volta de 3.168.027 de habitantes. A economia do Estado está baseada, principalmente, no setor de comércio e de serviços. Outra fonte que move a economia do Rio Grande do Norte é o petróleo: o Estado é o principal produtor nacional de petróleo em terra e o segundo em mar (IBGE, 2010).

O município de Guamaré, por sua vez, está localizado na região litorânea do Rio Grande do Norte (Figura 9), a partir da latitude 05° 00' e 05° 15' e longitude 36° 15' e 36° 30' W, distando 145,94 km da capital do Estado. De acordo com dados do IBGE (2010), possui 12.404 habitantes em uma área de 258,958 km², e tem como bioma predominante a caatinga.

Figura 9. Localização geográfica do município de Guamaré/RN



Fonte: CEREST (2013).

3.1.1 Município de Guamaré/RN

A região onde hoje se encontra o município de Guamaré é conhecida desde 1605, quando passou por lá o Capitão Pero Lopes de Souza junto com sua mulher e filhos, e os últimos soldados fiéis que haviam abandonado a tentativa de colonizar o Ceará. Passando pelas terras das salinas, salvaram-se comendo aratus crus e bebendo água nas cacimbas de “Água Maré” (que originou o topônimo Guamaré). Ao chegar ao Forte do Rio Grande, o Capitão Pero Lopes de Souza deu ciência ao

Capitão-mor Jerônimo de Albuquerque dessa riqueza (DIÁRIO DE GUAMARÉ, 2013).

Em 1837, os moradores pleitearam junto à Assembleia Legislativa, a criação da Vila Imperial de Guamaré, mas não foram ouvidos. O desenvolvimento da povoação decorreu em função da pesca abundante e das salinas naturais (IBGE, 2010).

Em termos administrativos, foi elevado à categoria de município com a denominação de Guamaré, pela lei estadual nº 2744, de 07 de maio de 1962, desmembrado de Macau (DIÁRIO DE GUAMARÉ, 2013).

A presença da Petrobras em Guamaré foi fator fundamental para o seu desenvolvimento. Para o Polo Industrial de Guamaré, hoje denominada, Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC), converge todo o óleo e gás produzidos na Plataforma Continental do Rio Grande do Norte e grande parte da produção terrestre.

3.1.2 Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC)

A Refinaria Potiguar Clara Camarão está localizada no polo industrial do município de Guamaré, e dista da capital do Rio Grande do Norte, 170 km. A RPCC é uma das cinco unidades de refino projetadas pela Petrobras para elevar sua capacidade de refino em 1,2 milhão de barris/dia até 2015. Produz diesel e querosene de aviação (QAV) e, desde setembro de 2010, gasolina automotiva. A RPCC torna o Rio Grande do Norte, o único Estado do País, autossuficiente na produção de petroderivados (PETROBRAS, 2013).

Atualmente, a Refinaria Potiguar Clara Camarão mantém uma unidade de processamento de gás natural, uma planta de diesel e uma planta de querosene de aviação. O Polo de Guamaré abastece o Rio Grande do Norte e parte de outros estados com esses três combustíveis e também com gás de cozinha.

Ainda no Pólo de Guamaré, está localizada a Estação de Compressores de Ubarana – ECUB. Nesta Estação, após ser recebido e tratado, o gás é enviado (através do Gasoduto Nordeste) para a cidade pernambucana de Cabo e alguns distritos industriais do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. No Polo, ainda estão instaladas duas estações de tratamento de efluentes, cuja finalidade é tratar a água descartada dos processos industriais lá existentes (DIÁRIO DE GUAMARÉ,

2013).

A Petrobras está ampliando a RPCC para funcionar em caráter de produção e comercialização do biodiesel ainda no ano de 2013.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente, para a presente pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico a partir de literatura apropriada e *sítes* pertinentes. A pesquisa buscou, além de construir o referencial teórico referente à temática em estudo, identificar os principais tipos de matérias primas para a produção do biodiesel no Estado do Rio Grande do Norte e em Guamaré, bem como os aspectos industriais e socioeconômicos envolvidos na produção de biodiesel.

No que se refere ao diagnóstico da produção de matéria prima para produção de biodiesel em Guamaré/RN, foi realizada uma entrevista junto a uma cooperativa que presta assistência técnica aos agricultores. No que tange, mais especificamente ao processo industrial, foi realizada uma entrevista no escritório da Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC), onde foram coletadas informações de como se dá a produção de biodiesel e dos derivados do petróleo produzidos na Refinaria.

Os roteiros das entrevistas estão apresentados no Apêndice (A e B).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.2 BIODIESEL E INCLUSÃO SOCIAL NO RIO GRANDE DO NORTE: INFORMAÇÕES GERAIS

No Rio Grande do Norte, a produção de biodiesel vem sendo trabalhada a partir da agricultura familiar, feito também, para a obtenção do Selo Combustível Social, designado pelo Governo Federal, que leva ao produtor de biodiesel o direito a benefícios de políticas públicas específicas, estimulando assim, a inclusão social de agricultores familiares na cadeia de produção do biodiesel (PNPB, 2012).

Segundo Pessoa et al. (2007), com isso, no Estado, em assentamentos de reforma agrária, agricultores familiares ganharam local para morar e passaram a cultivar oleaginosas para produção de biodiesel do Estado. No lugar onde, normalmente, havia o cultivo de arroz, feijão e sorgo (importante cereal usado para alimentação animal), alimentos que eram usados apenas como fonte de sobrevivência e subsistência, em virtude do crescimento da demanda por combustíveis renováveis, esses agricultores, passaram a lidar com oportunidades novas, incentivados pelo programa de cultura de oleaginosas para produção de biodiesel do Estado.

De acordo com Lira et al. 2010, são plenamente reconhecidas as dificuldades existentes nos processos de transferência e apropriação de tecnologias ou inovações tecnológicas na agricultura familiar brasileira. Segundo o autor, quando se agregam, à esse panorama, características comuns aos agricultores familiares da região Nordeste, tais como: pequeno tamanho da propriedade, risco e incerteza, capital humano com baixo nível de escolaridade, forma de domínio sobre a terra (arrendamento, parceria, direitos de propriedade), disponibilidade de trabalho, crédito, assistência técnica insuficiente, visualiza-se um cenário de dificuldades ainda maior:

Os ganhos qualitativos e quantitativos obtidos com a adoção das práticas previstas num projeto como o Circuito de Tecnologias contribuem de forma direta para a redução dos níveis de pobreza, e para o aumento da produção de alimentos das comunidades trabalhadas e de forma indireta, na geração de emprego e renda, devido a qualificação da mão de obra em atividades demandadas pelo negócio rural potiguar (LIRA et al., 2010, p.7).

A agricultura familiar faturou no ano de 2012, aproximadamente R\$ 2 bilhões com a venda de matérias primas para a produção de biodiesel. Por volta de 100 mil estabelecimentos da agricultura familiar, produzem para 41 usinas distribuídas em todo território brasileiro. O Selo Combustível Social tem ajudado os pequenos agricultores, pois garante alíquotas reduzidas de PIS/Pasep e Cofins, entre outros benefícios. O Selo permite o acesso dos agricultores familiares ao mercado de trabalho. As regiões com mais participação na agricultura familiar são: Região Sul, representando 35% de toda capacidade nacional, as regiões Nordeste e Sudeste, com 30%, e Centro-Oeste e Norte, com 15%. As matérias primas mais compradas são a mamona, a soja, dendê/palma, o girassol e a canola (AGÊNCIA BRASIL, 2013).

No que se refere ao município em estudo, outros Programas foram desenvolvidos pela Petrobras em parceria com a Prefeitura, tais como: Projeto de Criança (Guamaré/RN), que consiste em várias atividades que são desenvolvidas e supervisionadas por educadores, para inserir jovens e crianças em situação de riscos socioeconômicos na inclusão social e o Jovem Aprendiz para inserir jovens que estejam em situação de risco e vulnerabilidade socioeconômica (PETROBRAS, 2013).

Há também, O Programa Rede Cidadã no Barco Solidário que se propõe a implantação de uma infraestrutura para o desenvolvimento sustentável da pesca, do turismo comunitário e o estímulo, e identidade de um artesanato solidário. Contempla também, a qualificação dos serviços existentes, desde a administração dos serviços e negócios do projeto pela gestão democrática, como a melhoria da qualidade dos serviços e produtos, certificando a possibilidade de sua ampliação e comercialização no mercado. Este Projeto aviva a cadeia produtiva das comunidades pesqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão localizada em Diogo Lopes, município de Macau/RN. Há também o Circuito Petrobras de Vela (Guamaré e Galinhos) no qual participam sete municípios referentes ao estado do Rio Grande do Norte e Ceará, que envolve competições esportivas e ambientais, saúde, educação e geração de renda, parcerias que a Petrobras fez junto à Prefeitura Municipal, Colônia de Pescadores, Marinha do Brasil, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Capitania dos Portos (PETROBRAS, 2013).

4.3 PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM GUAMARÉ/RN: ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA A PRODUÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

O presente resultado se refere à entrevista realizada junto a uma Cooperativa que presta assistência técnica a produtores de matéria prima para a refinaria de biodiesel localizada em Guimarães/RN.

A entrevista foi realizada com a Cooperativa de Assistência Técnica Terra Livre, no dia 08 de agosto de 2013. Foram coletados dados sobre o papel que a cooperativa desempenha em relação à produção de matéria prima proveniente da agricultura familiar, matéria prima essa, que é disponibilizada para a refinaria Potiguar Clara Camarão, no município de Guimarães/RN. A entrevista foi concedida pelo atual presidente da Cooperativa, Técnico em Agropecuária.

A Cooperativa foi criada em 20 de abril de 2000, em função da necessidade dos agricultores em ter uma assistência técnica diferenciada. Possui parceria com profissionais autônomos, com o apoio do Sindicato de Mossoró e a Federação dos Trabalhadores do Estado do Rio Grande do Norte. A Cooperativa, inicialmente, começou com 20 sócios, e atualmente, possui 47 sócios em sua composição. Realiza uma assembleia por mês, como proposto no estatuto da Cooperativa.

A forma com a qual os cooperados são chamados a participar das reuniões é de maneira informal, não existem horários certos ou marcados. Nessas reuniões, os cooperados tratam das necessidades dos pedidos feitos pelas empresas que utilizam a matéria prima para a produção do biodiesel, a respeito de demandas urgentes, informações gerais, solicitação ao banco e informações do Ministério de Desenvolvimento da Agricultura (MDA).

A Cooperativa não possui projetos diretamente ligados ao biodiesel, mas presta assistência técnica aos assentados. Essa assistência se dá, na mobilização dos agricultores, na organização destes, para que aconteça a venda das matérias primas à subsidiária Petrobras (PBIO). E, orienta na escolha do solo, se determinado solo é viável ou não para o plantio, depois disso, prestam assessoria desde o plantio, até a organização da produção.

A referida Cooperativa, há dois anos possui contrato com a PBIO. Em 2008, receberam um convite da Petrobras para participarem do Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel (PNPB), mas recusaram, pois o sindicato de Mossoró e a Federação dos Trabalhadores do Rio Grande do Norte não fariam parte do

Programa. No ano seguinte, em 2009, a Petrobras avaliou sua decisão, e voltou atrás, passando a integrá-los também ao Programa, daí a parceria foi firmada.

Os agricultores, inicialmente, plantavam mamona e girassol, como matéria prima, mas a produção de girassol não apresentou bons resultados, devido a inúmeros fatores, e atualmente, só produzem a mamona. “No final de dezembro desse ano, o contrato da Cooperativa junto à P BIO se encerra, pois infelizmente, a safra da mamona, não está sendo viável para a subsidiária, nem para os agricultores”, afirmou o entrevistado, atual presidente da Cooperativa.

4.4 PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM GUAMARÉ/RN: REFINARIA POTIGUAR CLARA CAMARÃO

4.4.1 Histórico da Refinaria Potiguar Clara Camarão

O nome da Refinaria Potiguar Clara Camarão foi em homenagem a uma índia brasileira que tinha por nome Clara Camarão. A índia liderava um grupo de nativas na luta contra os holandeses no período da colonização, no ano de 1637. A índia Clara Camarão chefiou um batalhão feminino que atuou na batalha ocorrida na cidade de Porto Calvo/AL

A criação da Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC), no estado do Rio Grande do Norte, ocorreu no dia 1º de outubro de 2009, abrigando mais uma unidade de operações da Petrobras (IBGE, 2010) (Figura 10).

De acordo com entrevista feita no Escritório da Refinaria Potiguar Clara Camarão, com a RPCC, o Rio Grande do Norte passa a ser autossuficiente na produção de gasolina. Sua Implantação diligenciará investimentos equivalentes a 191 milhões de dólares. O mercado do estado possui consumo mensal de 22,6 milhões de litros de gasolina, 28,5 milhões de litros de óleo diesel, 7,6 milhões de litros de álcool, 7,1 milhões de litros de querosene de aviação e milhões de botijões de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), conhecido como o gás de cozinha.

A RPCC possui duas plantas de produção de biodiesel. A primeira delas terá capacidade para processar 10 mil toneladas/ano de biodiesel. A segunda planta, também com capacidade para 10 mil toneladas/ano. A RPCC será a 12ª a entrar em funcionamento no país e a 8ª maior refinaria do Brasil, devendo gerar na fase inicial,

em média 700 empregos diretos e até cinco mil indiretos nas indústrias satélites, bases, terminal e transporte (JUSBRASIL, 2010).

Figura 10. Refinaria Potiguar Clara Camarão localizada no município de Guamaré/RN.



Fonte: Grandes Construções (2011).

No período das obras da Refinaria Potiguar Clara Camarão, foram gerados em média 800 empregos diretos e 200 indiretos. Quando as obras tiveram uma disparada, em agosto do ano de 2011, o número de empregados contratados foi cerca de 1.300 homens, e mais de 50% dos postos de trabalho, foram preenchidos por pessoas que vivem na região.

Os empregados dispõem de vários benefícios, como assistência médica extensiva a seus familiares, e ainda, para àqueles operários com baixa qualificação, foram disponibilizados treinamentos pra que tivessem melhor desempenho em suas funções. Além desses pontos positivos, ainda foram coletados, cerca de R\$ 6,5 milhões em impostos municipais. Porém, a pouca oferta de mão de obra qualificada na região, gerou dificuldades na execução das obras, além de terem sido oferecidos

treinamentos para aprimorar as atividades dos funcionários, ainda teve que ser realizado um esforço considerável na parte de supervisão. Outro desafio foi o prazo curto para realizar um contrato em Equipamentos de Proteção Individual (EPC's) que atendessem a demanda de funcionários, e uma complicação adicional consistiu na demanda de uma logística complexa, já que o complexo industrial de Guamaré, onde está localizada a refinaria, possui área remota, e dista cerca de 170 km da capital do estado, Natal (GRANDES CONSTRUÇÕES, 2011).

A Refinaria Potiguar Clara Camarão possui em seu complexo, duas unidades de destilação atmosféricas: U-260 e U-270 (Diesel e QAV), uma unidade de tratamento cáustico regenerativo: U-280. Uma unidade de produção de gasolina: UGG, tanques para armazenagem e expedição de Gasolina (02), Diesel (03) e QAV (04). Dezenove Subestações, Laboratório, estação de carregamento rodoviário, alojamento e restaurante, tudo isso no município de Guamaré/RN (PETROBRAS, 2013).

De acordo com o gerente comercial da RPCC, Adriano Valentim, os benefícios gerados pela Refinaria são inúmeros, além de beneficiar a região onde se encontra suas instalações, pode trazer benefícios econômicos para o estado do Rio Grande do Norte e o Brasil como um todo, quando a produção de biodiesel para fins comerciais for iniciada, prevista para 2013.

4.4.2 Refinaria Potiguar Clara Camarão: Processo Industrial

O presente levantamento é produto de pesquisa bibliográfica e da entrevista realizada junto à empresa Petrobras, no escritório da RPCC, no dia 22 de agosto de 2013, com o gerente de comercialização, Adriano Valentim, que está a quatro anos trabalhando no escritório da refinaria.

De acordo com o gerente de comercialização Adriano Valentim, a Refinaria RPPC tem grande importância para o estado do Rio Grande do Norte, é a terceira maior refinaria do Nordeste que atende ao mercado e, em capacidade de refino, é a segunda maior do Nordeste.

Dentre os produtos produzidos na refinaria estão, o diesel automotivo, o QVA, a gasolina, o bunker e o biodiesel em caráter experimental. A estimativa do volume, atualmente, para esses produtos, é de 1700 m³/dia de diesel, 430 m³/dia QAV e

1800 m³/dia de gasolina. De acordo com entrevista, com a RPCC, o Rio Grande do Norte autossuficiente na produção de gasolina. Esses produtos são destinados, principalmente, para o estado do Rio Grande do Norte, Paraíba e Sub Ceará.

Ainda segundo o entrevistado, a Refinaria possui 742 trabalhadores, próprios e contratados, em sua composição. Há previsão de que se tenha um volume de biodiesel de 40 m³/dia a 45 m³/dia. No momento, como citado anteriormente, na RPCC, a produção de biodiesel é experimental, mas a comercialização está prevista ainda para o corrente ano (2013), com a Petrobras aguardando a licença da ANP.

Há duas Unidades Experimentais de biodiesel na Refinaria, a UEB-01 que produz biodiesel a partir do óleo extraído da semente, e UEB-02 que produz biodiesel a partir da semente, gerando uma torta, essa última Unidade não está funcionando.

O processo utilizado na produção de biodiesel se dá a partir da transesterificação catalítica, usando o etanol para que aconteça a reação, o metanol é usado apenas para separação da semente. Dentre os produtos utilizados como matéria prima, de acordo com o entrevistado, destacam-se a soja e a mamona, mas existem outros simuladores que fazem a mistura com outras sementes. Acredita-se que a soja será a principal fonte de matéria prima na produção de biodiesel.

O processo de beneficiamento da matéria prima, logisticamente falando, se dará, principalmente, para Petrobras, para as distribuidoras e para os agricultores que serão incluídos na geração de renda, vale ressaltar, que as matérias primas utilizadas não são particularidades apenas da agricultura familiar, porém esta, é a principal fonte de produção de matéria prima do biodiesel.

5 CONCLUSÕES

O biodiesel por ser renovável e degradável, e possuir inúmeras opções de matérias primas para sua produção, é um biocombustível que gera uma diversidade de impactos positivos, tanto para o meio ambiente, diminuindo a emissão dos poluentes devido ao consumo exagerado do petróleo e seus derivados, e no que diz respeito aos impactos socioeconômicos, contribuindo para a geração de renda dos assentados, criando também projetos de inclusão social e gerando empregos diretos e indiretos.

Os processos para produção de biodiesel são diversos: Processo por transesterificação, que pode ser por catálise básica, ou, por catálise ácida e ainda a transesterificação *in situ*, por esterificação e por craqueamento, que pode ser craqueamento térmico e craqueamento catalítico, os mais comumente usados são: a transesterificação e o craqueamento.

A Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC), criada em 2009 e localizada no município de Guamaré/RN, produz gás liquefeito de petróleo (GLP), diesel e querosene de aviação, biodiesel em caráter experimental, gasolina, entre outros. A produção de biodiesel se dá de modo apenas experimental e tem previsão de início da comercialização em 2013. O processo de produção de biodiesel na RPCC ocorre em duas unidades experimentais, a UEB-01 e a UEB-02, uma faz a separação da semente, produzindo a torta, a outra, produz biodiesel a base do óleo vegetal, respectivamente. As principais matérias primas utilizadas na RPCC para a produção de biodiesel são a mamona e a soja e, o processo mais utilizado pela RPCC para a produção de biodiesel é a transesterificação catalítica.

No que se refere aos programas de inclusão social e de assistência técnica aos assentados, foi identificadas ações da Petrobras em parcerias com cooperativas, Prefeitura e outros órgãos. De acordo com o levantado, apesar da fase inicial, o biodiesel em Guamaré/RN pode ser promissor no que se refere especialmente à economia do Estado e do país.

REFERÊNCIAS

- ABEGÁS. **ANP decide nesta semana ampliação da refinaria Clara Camarão**. Disponível em: <<http://www.abegas.org.br/Site/?p=9775>>. Acesso em: 11 maio 2012.
- ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. – Brasília: Aneel, 2008. 236 p. : il.
- ARAÚJO, Rosângela Moreira de. **Regulação do biodiesel – Especificação e controle de qualidade**. Painel setorial de biodiesel, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, 2005.
- BARRETO, Maria de Fátima Pinto. **Oleaginosas como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel**. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/publicacoes/cartilha_12.pdf> Acesso em: 15 maio 2013.
- BENEVIDES, M. S. L. **Estudo sobre a produção de biodiesel a partir de oleaginosas e análise de modelos cinéticos do processo de transesterificação via catálise homogênea**. 2011. 75 f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2011.
- BIODIESEL BR. **História e Biodiesel**. Disponível em:< <http://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/biodiesel-historia.htm>> Acesso em: 10 julho 2013.
- BIODIESEL BR. **H BIO: O novo desafio da Petrobras**. Disponível em:< <http://www.biodieselbr.com/destaques/2006/h-bio-novo-diesel-petrobras.htm>> Acesso em: 15 agosto 2013.
- BRASIL. Art. 4º O art. 6º da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. **Presidência da República**, Poder Judiciário, Brasília, DF, 13 jan. 2005. Seção 1, p. 1.
- CASTRO, Bruno César Santos de. **Otimização das Condições da Reação de Transesterificação e Caracterização dos Rejeitos dos Óleos de Fritura e de Peixe para Obtenção de Biodiesel**. 2009. 120f. Tese (Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- COSTA, Renata. **Inovação à brasileira: Casos bem-sucedidos comprovam a viabilidade de investimento em tecnologia 100% nacional para o biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselrevista.com/001/inovacao-brasileira.htm>> Acesso em: Acesso em: 12 maio 2013.

CHRISTOFF, Paulo. **Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial**. 2006. 83f. Tese (Instituto de Engenharia do Paraná – IEP – Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologias). Instituto de Engenharia do Paraná. Curitiba. 2006.

CEREST- Centro Estadual de Referência em Saúde do Trabalhador. **Rede Sentinela**. 2013. Disponível em: <http://www.portal.rn.gov.br/content/aplicacao/sesap_cerest/rede_sentinela/gerados/r ede_sentinela.asp>. Acesso em: 26 maio 2013.

DELATORRE, Andréia Boechat et al. Produção de biodiesel: considerações sobre as diferentes matérias-primas e rotas tecnológicas de processos. 2011. **Ciências Biológicas**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 27, 2011.

DIÁRIO DE GUAMARÉ. **História de Guimarães**. Disponível em:< <http://www.diariodeguamarern.com.br/p/historia-de-guamare.html>> Acesso em: 20 agosto 2013.

EAFMUZ- Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho. **Biodiesel. 2006**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/cartilha_biodiesel.pdf>. Acesso em: 11 maio 2013.

EMATER LOCAL MOSSORÓ. **VII Circuito de Tecnologias adaptadas a Agricultura Familiar**. Disponível em:< <http://ematerlocalmossoro.blogspot.com.br/2010/11/vii-circuito-de-tecnologias-adaptadas.html>> Acesso em: 20 julho 2013.

Especialistas relembram desastres e como estragos foram controlados. Disponível em:< <http://g1.globo.com/economia-e-negocios/noticia/2010/07/entenda-os-riscos-da-exploracao-de-petroleo.html>> Acesso em: 12 agosto 2013.

FERREIRA, João. **Combustível fóssil X Biocombustíveis**. Disponível em:<<http://www.mundovestibular.com.br/articles/5303/1/Combustivel-fossil-X-Biocombustiveis/Paacutegina1.html>> Acesso em: 10 junho 2013.

FONTANA, José Domingos. **Biodiesel: para leitores de 9 a 90 anos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2011, 253 p.

GRANDES CONSTRUÇÕES- Disponível em:< http://www.grandesconstrucoes.com.br/br/index.php?option=com_contenido&task=viewMateria&id=445-> Acesso em: 2 abri 2013.

GRIGIO, Alfredo Marcelo. **Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na Determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Guimarães (RN): Simulação de Risco às Atividades da Indústria Petrolífera**. 2003. 253f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2003.

GOMES, Michelle Mendes da Rocha. **Produção de biodiesel a partir da esterificação dos ácidos graxos obtidos por hidrólise de óleo de peixe**. 2009. 93f. Tese (Pós-Graduação em tecnologia de Processos Químicos) Univesidade

Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

HOLANDA, Ariosto. **Biodiesel e inclusão social**. 2004. 200f. Relatório do deputado Ariosto Holanda, Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rn>>. Acesso em: 25 maio 2013.

JÚNIOR, Rui Miguel de Carvalho. **Desenvolvimento e Análise Energética do Processo de Obtenção do Biodiesel de Microalga por Metanólise *In Situ***. 2010. 99f. Tese (Pós- Graduação em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

JUSBRASIL. **Refinaria Clara Camarão, no município de Guamaré, entra em operação já a partir de janeiro de 2010**. Disponível em:< <http://gov-rn.jusbrasil.com.br/politica/4142288/refinaria-clara-camarao-no-municipio-de-guamare-entra-em-operacao-ja-a-partir-de-janeiro-de-2010>> Acesso em: 10 julho 2013.

LIMA, Paulo César Ribeiro. **O Biodiesel e a Inclusão Social**. Disponível em: < http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/publicacoes/cartilha_12.pdf > Acesso em: 15 maio 2013.

LIMA, Paulo César Ribeiro. **O Biodiesel no Brasil e no Mundo e o Potencial do Estado da Paraíba**. Disponível em:<http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/tema16/2007_1951.pdf> Acesso em: 10 maio 2013.

LIRA, MARCELO Abdon et al; Revisado por Maria de Fátima Pinto Barreto. **Oleaginosas como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel**. Natal: EMPARN, 2010. 72p.; v.12, il.

MATÉRIAS, Primas para produção de Biodiesel. Disponível em:< <http://www.biodieselbr.com/biodiesel.htm>.>Acesso: 10 julho 2013.

MELO, Maria Andrea M. Formiga. **Avaliação das Propriedades de Óleos Vegetais visando a Produção de Biodiesel**. 2010. 118f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Química, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

MENDES, Andrielle. **Produção comercial de biodiesel fica para 2013**. Disponível em: <http://tribunadonorte.com.br/news.php?not_id=225334 > Acesso em: Acesso em: 14 maio 2013.

MENEGHETTI, S. P.; MENEGHETTI, M. R.; BRITO, Y. C. **A reação de transesterificação, algumas aplicações e obtenção de biodiesel**. Revista Virtual de Química, vol. 5, n. 1, 2013. Disponível em:< <http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/viewFile/389/296>>Acesso em: 10 agosto 2013.

MILLER, G. Tyler. **Ciência ambiental**. Tradução da 11ª edição norte-americana. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 497p.

MILLER, G. Tyler; SPOOLMAN, Scott E. **Ecologia e Sustentabilidade**. 6 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 400p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Biodiesel**. 2006. 32f. Relatório do Ministério da Educação, Brasília: Secretaria de Educação e Tecnologia, 2006.

MONTEIRO, Joyce Maria Guimarães. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semi-Árido nordestino para produção de biodiesel como uma Estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. 2007. 315 f. Tese (Doutorado em ciências Em planejamento energético.) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MORAES, Paula Louredo. **Derramamento de petróleo**. Disponível em:< <http://www.alunosonline.com.br/biologia/derramamento-petroleo.html>> Acesso em: 8 agosto 2013.

OLIVEIRA, Sonia Maria Marques de; COSTA, Bill Jorge. Produção de biodiesel. 2006, 27f. Dossiê técnico - Instituto de Tecnologia do Paraná, 2006.

PARENTE, Expedito José de Sá. **Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado**. 2003. 66f. Livro, Fortaleza/Ceará, 2003.

PESSOA, Valdemberg M. do N.; SOUZA, Francisco das Chagas Silva; REBOUÇAS, Igor Guedes. **O Biodiesel como elemento de desenvolvimento sustentável no semi-árido Potiguar**. 13 f. vol. 3 CEFET-RN. Mossoró: 2007.

PETROBRAS. Petróleo e Derivados. Disponível em:< <http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/perfil/atividades/exploracao-producao-petroleo-gas/>> Acesso em: 12 agosto 2013.

Prefeitura Municipal de Guimarães – Rio Grande do Norte. **Lei nº. 569/2012**. Guimarães/RN - 2010/2013.

PNPB, Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA, 2011. Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: Inclusão Social e Desenvolvimento Territorial. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/biodiesel>>. Acesso em: 20 agosto 2013.

RESULTADO, de todos os Leilões de biodiesel. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/leilao/leilao-biodiesel.htm> > Acesso em: 6 julho 2013.

RODRIGUES, Rodrigo Augusto; Accarini, José Honório. **Programa Brasileiro de Biodiesel**. Disponível em:< http://sistemas.mre.gov.br/kitweb/datafiles/NovaDelhi/ptbr/file/Biocombustiveis_09-programabrasileirobiodiesel.pdf > Acesso em: 15 maio 2013.

SILVA, Késia Limoeiro; CHAGAS, Kevin Carvalho das; CRUZ, Marianne Carvalho Pinheiro. Produção de biocombustíveis a partir de resíduos vegetais. 2012. 183-

189f. vol. 2. Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense, 2012.

SOUZA JÚNIOR, Manoel Teixeira. **Produtividade das Matérias Primas**. 2011, 26f. Conferencia Internacional Biodiesel – Embrapa Agroenergia, São Paulo, 2011.

SOUZA, L. D. et al. **Caracterização do biodiesel no RN**. 2007. 83f. Natal, 2007,

STCP. **Avaliação ambiental preliminar da cadeia produtiva e distribuição do biodiesel**. Disponível em:< http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/arquivos/item_7.pdf> Acesso em: 18 agosto 2013.

TN SUSTENTÁVEL. **A força do biodiesel**. Disponível em:< <http://www.tnsustentavel.com.br/biodiesel>> Acesso em: 14 agosto 2013.

TOMM, Gilberto Omar; LEITE, Regina M. Villas Boas de Campos. **Desenvolvimento tecnológico de girassol e de canola para a produção de biocombustíveis**.

Disponível em:< <http://www.redebiodiesel.com.br/projeto/canolaegirassol>> Acesso em: 20 julho 2013.

TRZECIAK, Mário Borges et al. Processos de produção de biodiesel utilizados no brasil. In. **XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA**. 2008. 5f. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, novembro de 2008.

UDOP. **Matérias-Primas para produção de Biodiesel. 2010**. Disponível em:< www.biodieselbr.com.br/plantas/oleaginosas.htm. > Acesso em: 12 de maio de 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A- Roteiro De Entrevista Cooperativa Terra Livre



Ministério da Educação
 Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
 Campus Angicos

Essa entrevista faz parte da pesquisa da discente Mayara Rayane de Medeiros do Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BCT) para elaboração do seu Trabalho de Conclusão de Curso.

O presente trabalho tem como objetivo identificar, em linhas gerais, a produção de biodiesel, incluindo como se dá a obtenção da matéria-prima, com foco na inclusão social de produtores rurais familiares, e o processo industrial, adotando como exemplo o município de Guamaré/RN.

Ressalto que essa entrevista é uma ação voluntária, portanto, desde já, agradecemos a sua participação.

Histórico da Cooperativa:

1. Qual o nome da cooperativa?
2. Quando foi criada a cooperativa?
3. O que o levou a fundá-la?
4. Atualmente, quantos membros fazem parte da cooperativa?
5. O número de cooperados sofreu variação ao longo do tempo? Por que e como essa variação ocorreu?

Quanto à forma de organização da Cooperativa:

6. Qual a frequência de reuniões da cooperativa?
7. Qual a maneira de convidar os cooperados para reuniões?
8. Em linhas gerais, o que se discute nas reuniões?
9. Qual(is) o(s) produto(s) produzido(s) na cooperativa?
10. Qual o volume de produto produzido (dia, mês ou ano)?
11. Qual a finalidade da produção?
12. Como é feito o transporte do produto?
13. No que se refere ao aspecto financeiro, qual a lucratividade?
14. Qual a demanda?

Quanto à forma aos projetos voltados a produção de biodiesel:

15. Qual a relação da cooperativa com a produção de biodiesel?
16. Quais são os projetos voltados para o biodiesel?
17. E quais os projetos que estão sendo feitos no município de Guamaré?
18. Falar um pouco sobre projeto de biodiesel que a cooperativa faz parte.
19. Como se dá o projeto de inclusão das famílias na geração de renda?
20. A princípio, os produtores demonstraram alguma hesitação para a produção?
21. Segundo o observado atualmente, a cooperativa considera esse programa é viável?
22. Qual a expectativa da associação para o futuro?

APÊNDICE B- Roteiro de Entrevista da Cooperativa Potiguar Clara Camarão



Ministério da Educação
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Campus Angicos

Essa entrevista faz parte da pesquisa da discente Mayara Rayane de Medeiros do Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BCT) para elaboração do seu Trabalho de Conclusão de Curso.

O presente trabalho tem como objetivo identificar, em linhas gerais, a produção de biodiesel, incluindo como se dá a obtenção da matéria-prima, com foco na inclusão social de produtores rurais familiares, e o processo industrial, adotando como exemplo o município de Guamaré/RN.

Ressalto que essa entrevista é uma ação voluntária, portanto, desde já, agradecemos a sua participação.

Quanto à Refinaria Potiguar Clara Camarão – Guamaré/RN:

1. Há quanto tempo trabalha na Refinaria Potiguar Clara Camarão?
2. Qual a importância em termos de produção da Refinaria para o país e Nordeste brasileiro?
3. Qual(is) é(são) o(s) produto(s) produzido(s) na Refinaria?
4. Qual a estimativa do volume produzido, atualmente, dos referidos produtos.
5. Qual o principal destino o(s) produto(s) produzido(s) na Refinaria?
6. Em média, saberias informar qual o número geral de trabalhadores da Refinaria Clara Camarão?
7. O que representa a produção em volume do biodiesel, atualmente, na Refinaria? Já foi iniciada a produção comercial?

Quanto à Usina Experimental de Biodiesel em Guamaré/RN:

1. Qual a importância, para o país e Nordeste brasileiro, da produção de biodiesel em Guamaré/RN?
2. Qual a previsão de início da operação da Usina Experimental de Biodiesel em Guamaré/RN para produção de biodiesel?
3. Quais atividades desempenhadas nas UEB-01 e UEB-02?
4. Em linhas gerais, quais as tecnologias/processos que serão adotadas para a produção de biodiesel? Haverá a substituição do metanol por etanol no processo de produção?
5. Qual o destino comercial do biodiesel produzido?

6. Qual(is) os produtos que será(ão) utilizado(s) como matéria-prima na produção de biodiesel? A mamona será o principal produto?
7. Qual a previsão inicial do volume que será produzido?
8. Como se dá a organização para o fornecimento de matéria-prima para a produção de biodiesel para a Usina de Guamaré/RN? Como se dá a inclusão de produtores rurais (agricultores/pecuaristas) no processo?
9. Onde se dará o processo de beneficiamento da matéria-prima para a produção de biodiesel para a Usina de Guamaré/RN?
10. Segundo o observado, atualmente, há, e se houver, qual(is) a(s) dificuldade(s) encontrada(s) no que se refere a produção de biodiesel? Há dificuldades ligadas ao fornecimento de matéria-prima?