

BIODIESEL:
Uma Aventura Tecnológica
num País Engraçado

Autor:
Expedito José de Sá Parente

APRESENTAÇÃO

"Quem não sonha não realiza.
Quem não ousa não conhece seus limites ! "

Arquimedes Bastos

Esta publicação busca resgatar os sonhos e a ousadia de um grupo "cabeça chata", que há muito dedica seu tempo na busca de soluções plausíveis e essenciais ao resgate da dignidade do homem nordestino.

Caminho trilhado com dificuldades, mas com a certeza clara de que o Biodiesel pode ser uma arma poderosa para a independência energética nacional, associada à geração de ocupação e renda nas regiões mais carentes do nordeste brasileiro.

Às vezes nos parece míope a forma brasileira de pensar, pois esse grupo de cientistas inventou o combustível na década de 80, o mundo todo o utiliza, e o Brasil ainda discute se é bom para o nosso País !

Um combustível ecologicamente correto, renovável e gerador de trabalho para milhões de nordestinos seria indesejável para a nossa realidade? Ou será que o desejo de implementar o uso de Biodiesel no país tem andado no contrafluxo da verdade dos maus?

A verdade está posta, o uso de Biodiesel é uma certeza, cabendo a cada brasileiro, principalmente àqueles que têm o poder da decisão, unir suas forças numa sinergia do fazer para o bem de nosso Brasil.

Senador Alberto Tavares Silva

ÍNDICE & CONTEÚDO

APRESENTAÇÃO

ÍNDICE & CONTEÚDO

CARTA AO AMEDEO

PREFÁCIO DO AUTOR

SEÇÃO 1 – ANTECEDÊNCIAS

Era Tropical

- A Crise Energética de 1973
- O Programa Nacional do Álcool
- O Núcleo de Fontes Não Convencionais de Energia
- Ésteres como Óleo Diesel
- Lançamento Nacional
- Primeiros Ensaio de Aplicabilidade
- Testes Aprofundados
- Matérias Primas Ensaçadas
- O Querosene Vegetal de Aviação
- O Aborto do Diesel Vegetal Brasileiro
- Patente PI-8007957

SEÇÃO 2 – BIODIESEL: CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS

- Conceitos e Terminologia
- Características Básicas
- Propriedades Físicas
- Propriedades Químicas
- Normas Técnicas
- Comentários Conclusivos

SEÇÃO 3 – MATÉRIAS PRIMAS PARA BIODIESEL

Fontes de Matérias Primas

Hierarquia Mercadológica

Destaques das Matérias Primas de Notórias Importâncias

SEÇÃO 4 – PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Rota do Processo

Preparação da Matéria Prima

Reação de Transesterificação

Separação de Fases

Recuperação do Álcool da Glicerina

Recuperação do Álcool dos Ésteres

Desidratação do Álcool

Purificação dos Ésteres

Destilação da Glicerina

SEÇÃO 5 – AS CADEIAS PRODUTIVAS DO BIODIESEL

O Biodiesel no Plural

Destaques e Comentários

SEÇÃO 6 – SITUAÇÃO ATUAL DO BIODIESEL NO MUNDO

- Alemanha
- França
- Estados Unidos
- Austrália
- Argentina
- Malásia
- Outros Países
- O Biodiesel na InterNet

SEÇÃO 7 – E O BIODIESEL NO BRASIL?

- Potencialidades Brasileiras
- As Feições Regionais do Biodiesel
- Entraves e Dificuldades

SEÇÃO 8 – ASPECTOS ECONÔMICOS, SOCIAIS E AMBIENTAIS DA SUBSTITUIÇÃO DE ÓLEO DIESEL POR BIODIESEL NO BRASIL

Nos Primórdios

O Fracionamento do Petróleo

Produção e Consumo de Óleo Diesel no Brasil

Modais de Transportes

Reflexos Sociais e Econômicos da Substituição do Óleo Diesel por Biodiesel no Brasil

Sugestões e Recomendações para a

Montagem de um Programa Nacional

SEÇÃO 9 – PROGRAMA DE IMPULSÃO E DIFUSÃO TECNOLÓGICA

Objetivos do Programa

Parceiros no Programa

Projetos do Programa

Ao Meu Amigo,
AMEDEO AUGUSTO PAPA

Gratidão é coisa muito séria. E é por esta razão que estou deveras aflito, pela dúvida e na impotência de não saber o teu endereço. Mesmo pressentindo que estás no melhor lugar, de um majestoso mosaico energético, desconfio até se ainda possa se ligar às coisas desse nosso Planeta.

A angústia advém do desejo tolhido de não poder mais conversar contigo, digerir aquelas coisas que muito discutíamos. Estavas muito certo, quando na tua ótica pragmática, me convidaste para morar em São Paulo, pois navegar lá, seria muito mais fácil que aqui no Ceará; quando afirmava que as disparidades regionais influenciariam até nos reconhecimentos do que se faz, nas notícias, nos resultados, e em muitas outras coisas; quando prenunciava a existência, de muitos ladrões de idéias e de oportunidades, que o corporativismo existia em quase tudo, como uma perversa realidade. No nosso convívio, muitas outras idéias afloravam de tua mente privilegiada, impregnando-me com a tua sabedoria.

Lembras daquele meu filho que você conheceu muito pequeno, aquele que foi feito no Dia dos Pais e nasceu no Dia das Mães? O Expedito Júnior cresceu e se fez também engenheiro químico, porém numa versão muito melhorada, bastante aperfeiçoada. Ele chegou recentemente da Europa, onde recebeu um *up grade*, ainda em seu curso de graduação, sendo hoje, meu sócio e companheiro, nessa persistente aventura tecnológica. Algum dia, quando eu tiver que me reunir contigo, dando as notícias ao vivo, ele me substituirá. Será tão fantástico, quanto fascinante! Com certeza a natureza me fez um homem muito feliz, e é nessa condição que adquiri as forças para o trabalho persistente.

Mas, o que eu mais queria te dizer, é que o BIODIESEL DEU CERTO NO MUNDO E VAI DAR CERTO NO BRASIL. O NEGÓCIO É DO TAMANHO QUE A GENTE IMAGINAVA! E, meu irmão, tu fazes parte dessa história. Jamais posso esquecer do dia em que tu depositaste na minha conta bancária, o dinheiro para construir a primeira planta de biodiesel do mundo, sem juros, sem retorno monetário, sem documento, escondido, apostando mesmo. Dizia-me: “Não digas nada a ninguém, pois na condição de banqueiro, jamais posso permitir que escrevam na minha testa, que sou louco, nem tampouco, irresponsável.”

É envolvido nesse sentimento de gratidão que gostaria de expressar “o nosso muito obrigado” pois envolve também a gratidão de milhões de famílias que se ocuparão dos milhões de hectares de lavoura, com renda digna, emergindo do estado de miséria. Elas nos encherão com mais energias, não só de biodiesel, mas daquela energia que nos permite ocupar os melhores espaços eternos.

Do teu sócio, parceiro e amigo,

Expedito José de Sá Parente

PREFÁCIO DO AUTOR

O tema BIODIESEL, vem sendo fermentado no Brasil desde a sua inoculação em 1980, no Ceará. Após um aparente período de dormência, o processo voltou ao seu estado fermentativo, agora com muito mais vigoroso. Enfim, o produto havia sido degustado na Europa e nos Estados Unidos.

As forças do momento, tem evidenciado o BIODIESEL como um dos energéticos mais importantes, aguçando a curiosidade de um contingente enorme de pessoas que se preocupam não só com os assuntos energéticos, mas também com os temas econômicos, sociais e ambientais.

Nós que estamos no cerne do propalado tema, através da condução do Programa de Impulsão e Difusão Tecnológica do Biodiesel, temos sido insistentemente e a todo momento, inquiridos a prestar informações e esclarecimentos sobre esse aparente novo biocombustível.

Essa avalanche de curiosidades foi a principal motivação para esta publicação, feita com muita pressa, num final de semana. A obra, apesar de ser considerada por demais resumida, face ao grande volume de informações, foi elaborada a partir de anotações pessoais acumuladas nos já quase 25 anos de vivência no assunto.

Ao longo dessa nossa persistente caminhada, temos conquistado muitos amigos, parceiros e apoiadores. A inclusão do Grupo SANTANA, na Confraria do Biodiesel, constituiu-se um acontecimento, não só importante, quanto auspicioso, de um lado, pelo trabalho que eles realizam tradicionalmente no domínio da produção de sementes, e do outro, porque resolveram ingressar, com muita firmeza, no universo do biodiesel, tomando inclusive a iniciativa de patrocinar esta publicação, apesar da gráfrica da Câmara Federal ter oferecido os seus préstimos..

Como a minha cidade, Fortaleza, é a capital do humor, o título dessa publicação não poderia deixar de ser revestido do humor irreverente, característico do cearense. Para uma possível segunda edição, na carona das intenções originais do título, um grande elenco de fatos engraçados e curiosos, deverão ser inseridos no livro, que deverá ser melhor ilustrado, pois será destinado ao grande público.

Em, Fortaleza, CE, 30 de Março de 2003

Expedito José de Sá Parente
expedito@tecbio.com.br

Seção 1

ANTECEDÊNCIAS

Uma seqüência de fatos e acontecimentos configuraram o cenário, no qual foi motivado, concebido e desenvolvido o BIODIESEL, originalmente entitulado de PRODIESEL. Tais fatos serão apresentados e comentados, a seguir:

ERA TROPICAL

Há muito tempo, muito no passado, passado mesmo, o Homem vivia em paz com a Natureza. O fogo era tido como coisa do Céu, pois dos raios é que ele surgia. As chamas, vindas das tempestades, eram até mesmo, uma espécie de materializações dos carões dos deuses. O Homem convivia com a Natureza, numa condição de quase equilíbrio, pois a população era insignificante e as pessoas eram muito mais instintivas que racionais.

Ainda nas cavernas, de repente, o Homem dominou a arte de fazer o fogo, e daí, se fez Deus. Ficou marcada, assim, o início da Era da Lenha, a considerada primeira era energética, que perdurou por muitos e muitos séculos.

As populações e as inovações cresciam ao ritmo dos milênios, quando os minerais passaram a ser percebidos como fontes de utilidades. Então, o carvão mineral e os metais começaram a participar do cotidiano humano. O Homem que se fez Deus, passou a agir como Tal. Foi assim estabelecida a Era do Carvão que perdurou por alguns outros séculos.

Quase que de repente, não faz muito tempo, há cerca de 250 anos, as pessoas passaram a se organizar em fábricas, para produzir, em massa, os mais variados objetos, iniciando -se assim a chamada Revolução Industrial. A principal motivação de via-se aos acentuados aumentos populacionais, especialmente aglomeradas em centros urbanos. A magnitude das populações constituía o mercado consumidor e a aglomeração urbana exigia a oferta da ocupação e renda.

Tecnicamente oportuno, o petróleo, chamado de ouro negro, então, veio para ficar até a exaustão de suas reservas ou da própria natureza, a primeira que acontecer. Pela sua elevada densidade energética, duas vezes a do melhor carvão mineral, e ademais, com a vantagem de ser líquido, muito mais facilmente transportável, o petróleo passou a ser, não só a fonte de todos os combustíveis líquidos, mas também, a matéria prima de uma grande parte dos produtos, ditos modernos. Estabeleceu-se assim a Era do Petróleo. Daí, nos últimos 100 anos, a humanidade experimentou bruscas e extraordinárias transformações, surpreendendo, no dia a dia, os mais iluminados leitores de futuro.

Muitos e extraordinários recursos foram investidos em todos os elos da cadeia produtiva do petróleo, desde a sua prospecção até as utilizações finais dos combustíveis e produtos derivados. Os mais variados tipos e modelos de veículos lotaram as ruas e as estradas, as máquinas substituíram as pessoas, e os céus encheram-se de fumaça.

Inserida na Era do Petróleo está a Energia Atômica que e apesar da sua exuberância quanto à densidade energética, muitas restrições são impostas, O lixo atômico que tem sido bastante condenado pelos ambientalistas, os riscos de acidentes com possibilidades de assumir proporções catastróficas, as razões estratégicas de não proliferação de armas atômicas, e até mesmo, o atual receio de ações terroristas, constituem os pontos fracos que freiam uma maior disseminação das centrais nucleares para a produção de energia.

Os combustíveis oriundos da biomassa, como o biodiesel e o álcool, com a capacidade de substituir, em parte, os combustíveis veiculares, constituem uma outra inserção energética na Era do Petróleo, todavia ainda de forma insipiente, sendo por demais importante como uma extraordinária e fantástica experimentação de futuro. Da mesma forma, em lampejos, a energia eólica e a energia fotovoltaica.

O Sol é a fonte de todas as energias que se manifestam no Planeta Terra. As energias dos ventos, das marés, da biomassa, entre outras, advém da energia radiante do Sol. Constitui exceção à regra, a energia nuclear, que é mais antiga, advindo da própria formação da matéria.

É por essa e outras razões que as regiões tropicais deverão, doravante, assumir um importante papel de suprir o mundo com energia, ao mesmo tempo que limpar as seqüelas atmosféricas causadas pela queima dos combustíveis fósseis, inicializando assim, o que poderia ser apropriadamente designada por ERA TROPICAL

A CRISE ENERGÉTICA DE 1973

Os acelerados e incontidos aumentos dos preços do petróleo, iniciados em 1973, gerou uma nova consciência mundial a respeito da produção e consumo de energia, especialmente quando originária de fontes não renováveis, como é o caso dos combustíveis fósseis.

O ano de 1973 representou um verdadeiro marco na história energética do Planeta, pois o homem passou a valorizar as energias, posicionando-as em destaque com relação aos bens de sua convivência.

No mundo todo, muitos esforços foram dedicados à superação da crise, os quais incidiram, basicamente, em dois grupos de ações: (a) conservação ou economia de energia; (b) usos de fontes alternativas de energia.

O PROGRAMA NACIONAL DO ÁLCOOL

O Brasil, na qualidade de paraíso da biomassa, implementou o Programa Nacional do Álcool - PNA para abastecer com o etanol, de forma extensiva, veículos movidos à gasolina.

A motivação original do direcionamento do álcool para fins carburantes no Brasil foi a crise no mercado internacional do açúcar, que coincidentemente aconteceu quando o cenário era da escassez de petróleo, e já se sabia, de experiências antigas da qualidade do etanol como combustíveis de motores de ignição.

Entre alguns acertos no meio de vários erros, o PNA apresentou um saldo positivo, pois as metas, apesar de muito ambiciosas, foram atingidas e superadas, demonstrando, sobretudo, o valor das potencialidades da biomassa no Brasil. Lamentavelmente, o álcool é um combustível de elite, pois se destina a veículos leves, de passeio, e ademais, houve uma exagerada invasão da fronteira agrícola alimentar pelos super extensivos canaviais. A proliferação, perversa e indiscriminada, da figura do “bóia fria” descompromissada das responsabilidades sociais, foi um outro ponto fraco relevante do Pró Álcool.

NÚCLEO DE FONTES NÃO CONVENCIONAIS DE ENERGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

No intuito de estudar, pesquisar e desenvolver novos processos, com base na biomassa, foi criado na Universidade Federal do Ceará, o Núcleo de Fontes Não Convencionais de Energia, congregando o interesse de vários pesquisadores vocacionados para biotecnologia, disponíveis na instituição.

Aquele movimento, além de oportuno, foi por demais importante, pois gerou e fez gerar uma moderna e sólida consciência, no meio acadêmico local e nacional, sobre o uso da biomassa para fins energético e alimentar.

Eventos científicos e tecnológicos aconteceram em Fortaleza, destacando-se um Seminário Internacional de Biomassa, realizado em 1978, quando reuniram-se em palestras e em grupos de trabalho, as mais destacadas autoridades nacionais e internacionais no mundo da pesquisa da biomassa energética. Melvin Calvin, renomado cientista americano, Prêmio Nobel de Química, entre outras personalidades, abrilhantaram o evento, deixando o legado de seus conhecimentos e experiências.

ÉSTERES COMO ÓLEO DIESEL

Várias são as possibilidades de se produzir um combustível capaz de movimentar um motor diesel. Com certeza, a proposta mais importante de um novo combustível foi feita em Fortaleza, onde foi concebido um sucedâneo vegetal para o óleo diesel do petróleo, que na época foi denominado de PRODIESEL.

Quimicamente o novo combustível é constituído por uma mistura de ésteres lineares de ácidos graxos, obtidos a partir de óleos vegetais, através de uma reação denominada de transesterificação, onde o metanol (ou etanol) é o coadjuvante do processo.

LANÇAMENTO NACIONAL

No dia 30 de outubro de 1980, anunciamos a descoberta do PRODIESEL no Centro de Convenções de Fortaleza, onde se fizeram presentes como convidados do então Governador Virgílio Távora, as seguintes personalidades: Aureliano Chaves (Presidente da República em exercício e Presidente da Comissão Nacional de Energia), Cesar Cals de Oliveira (Ministro das Minas e Energia), Délio Jardim de Matos (Ministro da Aeronáutica), Senador Alberto Tavares Silva, Diretores de empresas fabricantes de motores diesel e de montadoras de veículos (Mercedes Benz, Saab -Scania, MWM, Volkswagen, Ford, General Motors, etc.), várias outras figuras destacadas no mundo político, econômico e financeiro do Brasil.

PRIMEIROS ENSAIOS DE APLICABILIDADE

O lançamento do PRODIESEL, somente foi feito após exaustivos testes de aplicabilidade realizados ao longo dos anos de 1979 e 1980. Participaram dos ensaios, de forma isolada e independente, as seguintes instituições: NUTEC – Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial, Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, Departamento de Transporte da COELCE – Companhia de Eletricidade do Ceará e CTA – Centro Técnico Aeroespacial do Ministério da Aeronáutica.

TESTES APROFUNDADOS

Ao longo do segundo semestre de 1981 e durante quase todo o ano de 1982, foram remetidos para os fabricantes de motores diesel, cerca de 300 mil litros de PRODIESEL, em cotas destinadas a todos os fabricantes de motores e veículos do ciclo diesel operando no Brasil.

Para agilizar as fabricações sistemáticas do novo combustível, foi criada uma empresa que se estabeleceu em Fortaleza, cuja razão social era PROERG – Produtora de Sistemas Energéticos Ltda., que implantou uma unidade piloto industrial com a capacidade produtiva de 200 litros por hora de biodiesel. A referida planta piloto foi financiada pela FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos e recebeu apoio do Ministério da Aeronáutica.

MATÉRIAS PRIMAS ENSAIADAS

Diversificadas matérias primas foram empregadas na produção do diesel vegetal, onde se incluem os óleos de soja, de babaçu, de amendoim, de algodão, de colza, de girassol, de dendê, entre outras.

Um fato curioso e pitoresco que merece destaque foi a produção de diesel vegetal a partir de óleo de semente de maracujá, por encomenda da AGROLUSA – Agro-industrial Luiz Guimarães SA, que produzia grandes quantidades de suco desta fruta. Foi estabelecido um programa de produção de 1.000 litros por semana durante 6 meses. O biodiesel de maracujá movimentou a frota daquela empresa durante todo um semestre. Com o fim das experiências, foram identificados usos mais nobres para o óleo de maracujá, o qual foi sugerido o seu direcionamento para a indústria de cosméticos, cujos preços eram muito mais compensadores.

Uma outra experiência interessante se deveu ao processamento de uma partida de 200 litros de óleo de peixe proveniente da Bélgica, matéria prima enviada pela DeSmet, provavelmente na época, a maior e mais famosa empresa especializada no fornecimento de equipamentos para extração de óleos vegetais. Como a matéria prima era originária de peixes, foi produzido assim, de forma inédita, óleo diesel animal, o qual fez funcionar muito bem um motor diesel, à semelhança dos óleos diesel de origem vegetal.

QUEROSENE VEGETAL DE AVIAÇÃO

De um pacto que celebramos com o Tenente Brigadeiro Délio Jardim de Matos (Ministro da Aeronáutica), desenvolvemos na PROERG um sucedâneo vegetal do querosene de aviação. Aquele projeto de pesquisa foi o sustentáculo de todas as atividades da PROERG.

No final de 1982, o querosene vegetal para aviões à jato estava pronto, recebendo a denominação de PROSENE. Após exaustivos testes em turbinas, em bancada, o combustível foi aprovado e homologado pelo CTA – Centro Técnico Aeroespacial, e, no dia 23 de outubro de 1983, Dia do Aviador, uma aeronave nacional, turbo hélice, de marca “Bandeirante”, decolou de São José dos Campos para sobrevoar Brasília. A patente homologada do novo combustível foi doada para o Ministério da Aeronáutica, valendo para o autor, por Portaria Ministerial e Decreto Presidencial, uma honrosa comenda, a Medalha do Mérito Aeronáutico.

O desenvolvimento do querosene vegetal de avião foi algo muito importante para o desenvolvimento do óleo diesel vegetal, não somente por viabilizar o completo apoio do CTA, mas sobretudo por conferir aos dois novos combustíveis, conjuntamente, um elevadíssimo rigor tecnológico.

O ABORTO DO DIESEL VEGETAL BRASILEIRO

Findo o compromisso com o Ministério da Aeronáutica, com a missão cumprida a propósito do desenvolvimento do PROSENE, todo o acervo de

equipamentos da PROERG foi transferido para a sede do CTA em São José dos Campos, São Paulo.

E, por várias razões, incluindo -se a diminuição dos preços do petróleo e o desinteresse da PETROBRAS, as atividades de produção experimental de óleo diesel vegetal, o então PRODIESEL, foram paralisadas.

Alguns modelos para a viabilização do óleo diesel vegetal foram propostos, todavia não houve nenhuma ressonância por parte de quem poderia decidir. A produção de óleo diesel vegetal a partir de óleos oriundos de sementes oxidadas, por exemplo, que corresponde a cerca de 3% do total processado no Brasil poderia ser viável, considerando o baixo preço da matéria prima. Outra alternativa viável seria a produção de óleo diesel vegetal em sistemas integrados em regiões remotas, pois sabe-se que o custo de transportes do óleo diesel mineral para tais regiões pode atingir valores exorbitantes.

De qualquer forma a intenção de se produzir óleo diesel vegetal no Brasil foi abortada. O mesmo não aconteceu em outros países, principalmente na Europa e América do Norte onde o assunto prosperou.

PATENTE PI – 8007957

Foram requeridas ao INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial, em 1980, duas patentes de invenção, das quais uma foi homologada. A Patente PI – 8007957, de 1980, foi a primeira patente, a nível mundial, do biodiesel e do querosene vegetal de aviação, a qual entrou em domínio público, pelo tempo e desuso. Infelizmente, os países subdesenvolvidos não têm o hábito de possuir tecnologia, pois estão sempre comprando essa preciosa mercadoria. E, mais uma vez, lamenta-se a inexistência do apoio de quem, por lei e direitos exclusivistas, concentrava os interesses nos negócios de combustíveis no Brasil.

Seção 2

BIODIESEL: CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS

CONCEITOS E TERMINOLOGIA

Antes de abordar os diversos aspectos atuais concernentes à produção e ao consumo do biodiesel, torna-se conveniente apresentar os seguintes conceitos:

Biodiesel

Pelo menos 5 (cinco) são as alternativas possíveis de combustíveis que podem ser obtidos da biomassa, potencialmente capazes de fazer funcionar um motor de ignição por compressão. A experiência tem demonstrado que a alternativa mais viável tem sido o BIODIESEL.

O que tem sido denominado de BIODIESEL, é um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo ao óleo diesel mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol, respectivamente.

Ecodiesel

Combustível obtido da mistura de biodiesel e óleo diesel mineral, em proporções ajustadas de forma que a mistura resultante, quando empregada na combustão de motores diesel, minimize os efeitos nocivos ambientais.

É oportuno salientar que a diferenciação conceitual entre biodiesel e ecodiesel, advém das vantagens ecológicas que o biodiesel, como coadjuvante em misturas, induz ao diesel mineral, uma melhoria das suas características quanto as emissões para a atmosfera dos gases resultantes da combustão.

As misturas Biodiesel / Diesel Mineral costumam receber um atributo em sua designação. O EcoDiesel B -20, por exemplo, corresponde a uma mistura contendo 20% em volume de biodiesel. O biodiesel puro, freqüentemente tem sido denominado de B-100).

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UM COMBUSTÍVEL DIESEL

A viabilidade técnica de um combustível para motores diesel deve ser vista sob os seguintes grupos de fatores:

Combustibilidade
Impactos Ambientais das Emissões
Compatibilidade ao Uso
Compatibilidade ao Manuseio

A combustibilidade de uma substância, proposta como um combustível, diz respeito ao seu grau de facilidade em realizar a combustão no equipamento na forma desejada, na produção de energia mecânica mais adequada. Em motores diesel a combustibilidade relaciona-se as seguintes propriedades essenciais do combustível: poder calorífico e o índice de cetano. A viscosidade cinemática e a tensão superficial, pelo fato de definirem a qualidade de pulverização na injeção do combustível, participam também como fatores de qualidade na combustão.

Os impactos ambientais das emissões constituem uma característica básica importante pois a fauna e a flora precisam ser preservadas. O teor de enxofre e de hidrocarbonetos aromáticos, além da combustibilidade, são características importantes inerentes aos impactos das emissões.

A compatibilidade ao uso diz respeito a longevidade, não somente do motor como do seus entornos, representada pela lubrificidade e pela corrosividade, sendo esta última, definida principalmente pelo teor de enxofre e pela acidez do combustível.

A compatibilidade ao manuseio, diz respeito aos transportes, aos armazenamentos e a distribuição do combustível, sendo a corrosividade, a toxidez e o ponto de fulgor as propriedades mais importantes. No inverno dos países mais frios, o ponto de fluidez torna-se também uma importante propriedade, sinalizando para a adição de aditivos anticongelantes.

As características físicas e químicas do biodiesel são semelhantes entre si, independentemente de sua origem, isto é, tais características são quase idênticas, independente da natureza da matéria prima e do agente de transesterificação, se etanol ou metanol.

O biodiesel oriundo do óleo de mamona foge um pouco dessa regra no que diz respeito à viscosidade. No entanto, as demais propriedades são inteiramente equivalentes. Todavia, o uso do biodiesel de mamona em misturas com o óleo diesel mineral constitui um artifício para corrigir tal distorção. Além disso, estudos mostram que a lubrificidade do biodiesel de mamona é a maior, entre os produzidos a partir de outras matérias primas.

PROPRIEDADES FÍSICAS:

Viscosidade e Densidade

As propriedades fluidodinâmicas de um combustível, importantes no que diz respeito ao funcionamento de motores de injeção por compressão (motores

diesel), são a viscosidade e a densidade. Tais propriedades exercem grande influência na circulação e injeção do combustível.

Afortunadamente, as propriedades fluidodinâmicas do biodiesel, independentemente de sua origem, assemelham-se as do óleo diesel mineral, significando que não é necessário qualquer adaptação ou regulagem no sistema de injeção dos motores.

Lubricidade

A lubricidade é uma medida do poder de lubrificação de uma substância, sendo uma função de várias de suas propriedades físicas, destacando a viscosidade e a tensão superficial.

Diferentemente dos motores movidos a gasolina, os motores a óleo diesel exigem que o combustível tenha propriedades de lubrificação, especialmente, em razão do funcionamento da bomba, exigindo que o líquido que escoar lubrifique adequadamente as suas peças em movimento.

Ponto de Névoa e de Fluidez

O ponto de névoa é a temperatura em que o líquido, por refrigeração, começa a ficar turvo, e o ponto de fluidez é a temperatura em que o líquido não mais escoar livremente.

Tanto o ponto de fluidez como o ponto de névoa do biodiesel variam segundo a matéria prima que lhe deu origem, e ainda, a o álcool utilizado na reação de transesterificação.

Estas propriedades são consideradas importantes no que diz respeito à temperatura ambiente onde o combustível deva ser armazenado e utilizado. Todavia, no Brasil, de norte a sul, as temperaturas são amenas, constituindo nenhum problema de congelamento do combustível, sobretudo porque pretende-se usar o biodiesel em mistura com o óleo diesel mineral.

Ponto de Fulgor

É a temperatura em que um líquido torna-se inflamável em presença de uma chama ou faísca. Esta propriedade somente assume importância no que diz respeito à segurança nos transportes, manuseios e armazenamentos.

O ponto de fulgor do biodiesel, se completamente isento de metanol ou etanol, é superior à temperatura ambiente, significando que o combustível não é inflamável nas condições normais onde ele é transportado, manuseado e armazenado, servindo inclusive para ser utilizado em embarcações.

Poder Calorífico

O poder calorífico de um combustível indica a quantidade de energia desenvolvida pelo combustível por unidade de massa, quando ele é queimado. No caso de um combustível de motores, a queima significa a combustão no funcionamento do motor.

O poder calorífico do biodiesel é muito próximo do poder calorífico do óleo diesel mineral. A diferença média em favor do óleo diesel do petróleo situa-se na ordem de somente 5%. Entretanto, com uma combustão mais completa, o biodiesel possui um consumo específico equivalente ao diesel mineral

Índice de Cetano

O índice de octano ou octanagem dos combustíveis está para motores do ciclo Otto, da mesma forma que o índice de cetano ou cetanagem está para os motores do ciclo Diesel. Portanto quanto maior for o índice de cetano de um combustível, melhor será a combustão desse combustível num motor diesel.

O índice de cetano médio do biodiesel é 60, enquanto para o óleo diesel mineral a cetanagem situa-se entre 48 a 52, bastante menor, sendo esta a razão pelo qual o biodiesel queima muito melhor num motor diesel que o próprio óleo diesel mineral.

PROPRIEDADES QUÍMICAS

Teor de Enxofre

Como os óleos vegetais e as gorduras de animais não possuem enxofre, o biodiesel é completamente isento desse elemento. Os produtos derivados do enxofre são bastante danoso ao meio ambiente, ao motor e seus pertences.

Depreende-se que o biodiesel é um combustível limpo, enquanto o diesel mineral, possuindo enxofre, danifica a flora, a fauna, o homem e o motor.

Poder de Solvência

O biodiesel, sendo constituído por uma mistura de ésteres de ácidos carboxílicos, solubiliza um grupo muito grande de substâncias orgânicas, incluindo-se as resinas que compõem as tintas. Dessa forma, cuidados especiais com o manuseio do biodiesel devem ser tomados para evitar danos à pintura dos veículos, nas proximidades do ponto ou bocal de abastecimento.

NORMAS TÉCNICAS

Na Europa a normalização dos padrões para o biodiesel é estabelecida pelas Normas DIN 14214. Nos Estados Unidos a normalização emana das Normas ASTM D-6751.

As normas européias e americanas determinam valores para as propriedades e características do biodiesel e os respectivos métodos para as determinações. Tais características e propriedades determinantes dos padrões de identidade e qualidade do biodiesel, contemplados pelas normas ASTM e DIN, são:

Ponto de Fulgor
Teor de Água e Sedimentos
Viscosidade
Cinzas
Teor de Enxofre
Corrosividade
Número de Cetano
Ponto de Névoa
Resíduo de Carbono
Número de Acidez
Teor de Glicerina Total
Teor de Glicerina Livre
Temperatura de Destilação para 90% de Recuperação

Os métodos de análise para Biodiesel são os mesmo do Diesel, com exceção do Teor de Glicerinas Total e Livre, que o método de análise por cromatografia gasosa é orientado pela Normas ASTM D6584.

No Brasil ainda não existe uma norma técnica própria para as especificações do biodiesel, fato este que tem retardado a homologação do combustível. Nas várias palestras e pronunciamentos realizados, a equipe da TECBIO tem sugerido a adoção, mesmo que provisoriamente, de uma norma estrangeira, seja a DIN ou a ASTM, para orientar a produção do biodiesel no Brasil. No entanto, o academicismo, associado ao preciosismo brasileiro, tem retardado demasiadamente a implementação de um programa nacional de biodiesel.

A longa experiência da equipe da TECBIO - Tecnologias Bioenergéticas Ltda, inclusive com a utilização extensiva de biodiesel puro (>300 mil litros), produzido das mais distintas matérias primas, permite fazer os seguintes comentários sobre a questão das especificações para os ésteres lineares graxos, metílicos ou etílicos, para aplicações em motores do ciclo diesel:

Algumas características para o biodiesel requeridas nas normas, sob o ponto de vista prático e objetivo, são inócuas, servindo apenas para conferir os fatores de identidade do produto, para evitar indevidas adulterações. Desnecessário seria a determinação do teor de enxofre, se não fora as possibilidades de adulterações ou de contaminações de alguns tipos de matérias primas, como os óleos residuais de frituras e de esgotos, pois o óleo vegetal jamais contém enxofre. Seria também dispensável a determinação da viscosidade cinemática do biodiesel, pois a faixa de viscosidades do biodiesel,

- independentemente das matérias primas de origem, enquadrar-se na faixa de viscosidades dos óleos diesel oferecidos no mercado, e ademais, a lubrificidade de qualquer biodiesel supera, em muito, a lubrificidade do óleo diesel. Semelhantemente, o número de cetano do biodiesel, independentemente da matéria prima de origem, sempre maior que 60, é muito superior ao índice de cetano do melhores óleos diesel oferecidos no mercado, em média ao redor de 48.
- Não tem nenhum sentido, para o biodiesel, o valor da temperatura equivalente para destilar 90% do produto. Este teste é bastante válido para o óleo diesel do petróleo, cujas características dependem da distribuição dos hidrocarbonetos no produto. Para o biodiesel, obtido de grande parte de matérias primas, chega a ser até impossível, a realização desse teste, uma vez que, nas temperaturas elevadas do teste, o produto se polimeriza ou se decompõe, invalidando os resultados.
- O ponto de névoa, no Brasil, não tem importância, uma vez que o país não experimenta temperaturas ambientais que possam solidificar o biodiesel, e ademais, a previsão de curto e médio prazo, é a utilização do biodiesel em mistura com o óleo diesel mineral, na proporção máxima de 20%.
- Enfim, o biodiesel quando adequadamente produzido, sempre deve superar as especificações contidas nas normas, que encontram a sua maior utilização, com instrumento de fiscalização contra adulterações do produto.

Outrossim, são muito importantes para o biodiesel as realizações e o cumprimento das seguintes especificações:

Água e Sedimentos
Cinzas
Glicerina Total e Livre
Resíduo de Carbono
Acidez
Corrosividade

Em princípio, e a experiência prática demonstra que a corrosividade do biodiesel neutro é zero, e que, com acidez elevada o biodiesel apresenta -se como corrosivo, existindo uma correlação entre o número de acidez e a corrosividade.

Por outro lado, em certas circunstâncias, existem conveniências práticas e econômicas em direcionar o processo de produção de biodiesel, de forma que resulte um produto com um número de acidez consideravelmente elevado, comprometendo a sua corrosividade na forma pura (B -100). No entanto, diluindo -se o diesel mineral com esse biodiesel ao nível de até 20%, a corrosividade poderá se ajustar a um valor da corrosividade aceitável, e nestes casos, sugere-se que os testes de corrosividade à lâmina de cobre seja realizado, não com o biodiesel puro, mas com a mistura biodiesel/diesel mineral.

Portanto, torna-se importante ressaltar que, sob o ponto de vista objetivo, o teste da corrosividade deve ser feito nas condições de uso do combustível, isto é,

utilizando como amostra a mistura biodiesel – diesel mineral, na proporção em que for empregada.

Também, pelas mesmas razões, os limites aceitáveis para o número de acidez do biodiesel deva ser relacionado com a proporção de incorporação do biodiesel ao diesel, compondo o combustível. O fator que deverá ser utilizado para o balizamento dos níveis limites de acidez deverá ser a corrosividade das misturas, e até mesmo com a viscosidade.

COMENTÁRIOS CONCLUSIVOS

Pelas semelhanças de propriedades fluidodinâmicas e termodinâmicas, o biodiesel e o diesel do petróleo possuem características de completa equivalência, especialmente vistas sob os aspectos de combustibilidade em motores do ciclo diesel.

Portanto, os desempenhos e os consumos são praticamente equivalentes, e ainda, que não há necessidade de qualquer modificação ou adaptação dos motores para funcionar regularmente com um ou com o outro combustível.

Pela equivalência de suas propriedades físico-químicas e como o biodiesel e o diesel mineral são completamente miscíveis, as misturas de biodiesel com o diesel mineral podem ser empregadas em qualquer proporção. Esta condição é por demais vantajosa, especialmente quando comparada com a situação problemática do álcool hidratado, uma vez que não são requeridas bombas específicas para os abastecimentos de biodiesel, nem tampouco motores diferenciados e dedicados para o uso de um ou do outro combustível, inclusive de suas misturas.

Pelo menos, são cinco as importantes vantagens adicionais do óleo diesel vegetal sobre o óleo diesel do petróleo, que diferentemente do óleo mineral, o biodiesel não contém enxofre, é biodegradável, não é corrosivo, é renovável e não contribui para o aumento do efeito estufa..

Seção 3

MATÉRIAS PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

FONTES DE MATÉRIAS PRIMAS

As matérias primas para a produção de biodiesel podem ter as seguintes origens:

Óleos Vegetais
Gorduras de Animais
Óleos e Gorduras Residuais

Óleos Vegetais

Todos os óleos vegetais, enquadrados na categoria de óleos fixos ou triglicéridicos, podem ser transformados em biodiesel. Dessa forma, poderiam constituir matéria prima para a produção de biodiesel, os óleos das seguintes espécies vegetais: grão de amendoim, polpa do dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, babaçu, semente de colza, semente de maracujá, polpa de abacate, caroço de oiticica, semente de linhaça, semente de tomate, entre muitos outros vegetais em forma de sementes, amêndoas ou polpas.

Os chamados óleos essenciais, constituem uma outra família de óleos vegetais, não podendo ser utilizados como matérias primas para a produção de biodiesel. Tais óleos são voláteis, sendo constituídos de misturas de terpenos, terpanos, fenóis, e outras substâncias aromáticas. No entanto, vale a pena ressaltar que uma grande parte dos óleos essenciais pode ser utilizada, *in natura*, em motores diesel, especialmente em mistura com o óleo diesel mineral e/ou com o biodiesel. Constituem exemplos de óleos essenciais, o óleo de pinho, o óleo da casca de laranja, o óleo de andiroba, o óleo de marmeleiro, o óleo da casca da castanha de caju (lcc) e outros óleos que encontram-se originariamente impregnando os materiais ligno-celulósicos como as madeiras, as folhas e as cascas de vegetais, com a finalidade de lubrificar suas fibras.

Gorduras de Animais

Os óleos e gorduras de animais possuem estruturas químicas semelhantes as dos óleos vegetais, sendo moléculas triglicéridicas de ácidos graxos. As diferenças estão nos tipos e distribuições dos ácidos graxos combinados com o glicerol.

Ácidos Graxos Predominantes em Óleos e Gorduras

Óleo de Soja: Ácido Oleico	Óleo de Babaçu: Ácido Laurídico	Sebo Bovino: Ácido Esteárico
-------------------------------	------------------------------------	---------------------------------

Portanto, as gorduras de animais, pelas suas estruturas químicas semelhantes as dos óleos vegetais fixos, também podem ser transformadas em biodiesel.

Constituem exemplos de gorduras de animais, possíveis de serem transformados em biodiesel, o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de porco, entre outras matérias graxas de origem animal.

Óleos e Gorduras Residuais

Além dos óleos e gorduras virgens, constituem também matéria prima para a produção de biodiesel, os óleos e gorduras residuais, resultantes de processamentos domésticos, comerciais e industriais.

As possíveis fontes dos óleos e gorduras residuais são:

- As lanchonetes e as cozinhas industriais, comerciais e domésticas, onde são praticadas as frituras de alimentos;
- As indústrias nas quais processam frituras de produtos alimentícios, como amêndoas, tubérculos, salgadinhos, e várias outras modalidades de petiscos;
- Os esgotos municipais onde a nata sobrenadante é rica em matéria graxa, possível de extrair-se óleos e gorduras;
- Águas residuais de processos de certas indústrias alimentícias, como as indústrias de pescados, de couro, etc.

Os óleos de frituras, representam um potencial de oferta surpreendente, superando, as mais otimistas expectativas. Tais óleos têm origem em determinadas indústrias de produção de alimentos, nos restaurantes comerciais e institucionais, e ainda, nas lanchonetes.

Um levantamento primário da oferta de óleos residuais de frituras, suscetíveis de serem coletados (produção > 100kg/mês), revela um valor da oferta brasileira superior à 30.000 toneladas anuais.

Também é surpreendente os volumes ofertados de sebo de animais, especialmente de bovinos, nos países produtores de carnes e couros, como é o

caso do Brasil. Tais matérias primas são ofertadas, em quantidades substantivas, pelos curtumes e pelos abatedouros de animais de médio e grande porte.

HIERARQUIA MERCADOLÓGICA

Os mercados de óleos e gorduras vegetais e animais podem ser segmentados nos seguintes níveis hierárquicos:

Mercado Farmacêutico
 Mercado Químico
 Mercado Alimentício
 Mercado Energético

O Quadro abaixo apresenta, para cada segmento de mercado, as suas características como as grandezas relativas, as ordem numéricas de grandezas e os preços admissíveis das matérias primas.

As saturações se dão de cima para baixo, ou seja, do mercado farmacêutico em direção do mercado energético, justificando a classificação em forma hierárquica.

O óleo de mamona, por exemplo, satura o mercado farmacêutico, como fármacos, em algumas dezenas de toneladas, e como matéria prima para a indústria química, incluindo-se a área cosmética, com menos de 800.000 toneladas anuais. O excedente do mercado químico, por não ser adequado ao mercado alimentício, transborda diretamente para o mercado energético. Os preços dos excedentes deverão ajustar-se, automaticamente, aos níveis admissíveis e compatíveis para a produção de biodiesel.

Características dos Segmentos dos Mercados Hierarquizados

Mercados	Características dos Mercados		
	Grandezas Relativas	Ordem de Grandeza, ton/ano	Preços Admissíveis, US\$/ton
Farmacêutico	muito limitado	$< 10^5$	> 2.000
Químico	moderado	$< 10^6$	700 – 2.000
Alimentício	grande	$< 10^7$	450 – 700
Energético	ilimitado	$> 10^7$	< 450

DESTAQUES DAS MATÉRIAS PRIMAS DE NOTÓRIAS IMPORTÂNCIAS

As Culturas Temporárias: Soja, Amendoim, Girassol

A soja, considerada a rainha das leguminosas, apesar de ser mais proteína que óleo, constitui um componente importante no esforço de produção de biodiesel, uma vez que já se dispõe de uma oferta muito grande do óleo, pois quase 90% da produção de óleo no Brasil provém dessa leguminosa.

Banido pela soja a partir da década de 1960, o amendoim por ser mais óleo que proteína, poderá voltar, na contramão, com todo o seu vigor, nessa era energética dos óleos vegetais. De fato, se se desejar expandir a produção de óleos em terras homogêneas do cerrado brasileiro, com absoluta certeza o amendoim poderá ser a opção ideal, quando for enfatizada a produção de biodiesel, pois é uma cultura totalmente mecanizável, produz também farelo de excelente qualidade nutricional para rações e para alimentos, e ainda adicionalmente, possui em sua casca, as calorias para a produção de vapor suficiente para o processo de extração mecânica, ou parcialmente necessárias, para o processo de extração por solvente.

Sob o ponto de vista de produção de óleo, o girassol situa-se numa posição intermediária entre a soja e o amendoim. Entretanto, a excelência alimentícia do óleo de girassol deverá impedir o seu emprego extensivo na produção energética, no entanto, deverá favorecer o deslocamento de uma parte expressiva do óleo de soja para a produção de biodiesel.

Por serem culturas de grande expressão internacional, possuem elevadas densidades tecnológicas, podendo ser cultivadas, de forma totalmente mecanizada. Destaca-se também a existência de plenos conhecimentos dos parâmetros para os cálculos dos custos, receitas e lucratividades, com segurança e precisão desejada. Como exemplo, nos bancos que operam com o financiamento da produção de soja, se o cliente diz quanto de terra pretende cultivar, o gerente da carteira agrícola, num simples programa de computador, já manda imprimir o fluxo das parcelas do empréstimo e o fluxo das parcelas de pagamentos. Tudo entra no regime e ritmo da automação, do empréstimo à todos os estágios de produção, de comercialização e de industrialização. Até mesmo os seguros estão previstos para cobrir, com segurança, os danos eventuais. Do lado do cliente produtor, ele já sai do banco sabendo o que vai fazer, o que vai gastar e o que vai ganhar.

Óleos do Coco de Dendê

A exemplo do que está ocorrendo na Malásia e na Indonésia, e que começa a acontecer no sul do Pará, a agricultura do dendê se apresenta como a mais importantes sob o ponto de vista de produção de óleo, pois atinge o extraordinário

patamar de 5.000 kg de óleo por hectare por ano, índice este, por exemplo, cerca de 25 vezes maior que o rendimento de produção de óleo da soja.

As maiores dificuldades referem-se às limitações de tempo inerentes às culturas permanentes, pois são requeridos a realização de investimentos que somente começam a retornar, 5 anos contados a partir do plantio. No entanto o retorno é garantido, com lucratividades por demais atraentes. Uma compensação adicional, circunstancial, consiste nos resultados ambientais e sociais obtidos com o reflorestamento de áreas perversamente desmatadas da Amazônia.

Existem dois tipos bastante distintos de óleos extraídos do coco do dendê, ambos podendo constituir matéria prima para a produção de biodiesel:

- O óleo obtido da polpa, denominado de óleo de dendê, propriamente dito, é o óleo tradicional da culinária baiana, de cor vermelha, com sabor e odor característicos, sendo comercializado internacionalmente com a designação *palm oil* a preços que variam na faixa de 300 – 400 dólares a tonelada, adequando-se economicamente para a produção de biodiesel.
- O óleo obtido das amêndoas, denominado de óleo de palmiste, com características químicas e físicas semelhantes as do óleo de babaçu e do óleo de copra (coco da praia), sendo comercializado no mercado internacional com preços superiores à US\$ 500 dólares por tonelada.

Óleo do Coco de Babaçu

O coco de babaçu, possuindo em média 7% de amêndoas, com 62% de óleo, sob o ponto de vista pragmático, não pode ser considerado uma espécie oleaginosa, pois possui somente 4% de óleo. No entanto, considerando os 17 milhões de hectares de florestas onde predomina a palmeira do babaçu, e as possibilidades de aproveitamento integral do coco, o babaçu constitui, potencialmente, uma extraordinária matéria prima para a produção de óleo, desde que sejam aproveitados os seus constituintes.

O Quadro adiante exposto, mostra as aplicações e as participações dos constituintes do coco de babaçu. Apesar da extraordinária potencialidade do babaçu, medida pela dimensão de ocorrência já disponível e nobreza das várias aplicações já testadas, a exploração do coco de babaçu ainda não saiu do artesanal, onde milhares de mulheres, pela sua condição de miséria, se submetem a quebrar manualmente o coco, produzindo 1 kg por hora, em exaustivo trabalho, trocando nas “bodegas” o valor de sua produção tão somente por pequenas porções de gêneros alimentícios, sobretudo cereais e farinha.

Ressalta-se que já se dispõe de equipamentos para a quebra automática do coco de babaçu, com a separação de seus constituintes, e ainda, que é totalmente disponível as tecnologias de aplicações das matérias primas resultantes, de conformidade com o que apresenta o Quadro seguinte.

Constituintes do Coco de Babaçu, Características e Aplicações

Constituintes	%	Características e Aplicações
Amêndoas	5 – 9	Material oleaginoso, contendo até 62% de óleo do tipo laurídico. Na extração resulta torta utilizável para ração de animais.
Endocarpo	50 – 65	- Lignito vegetal, de elevada dureza, se prestando para a produção de carvões especiais, sendo recomendável o aproveitamento dos gases condensáveis resultando diversos produtos de interesse para a indústria química. - Alternativamente, o lignito pode ser utilizado na produção de peças aglomeradas, possíveis de serem empregadas como substituto de madeiras, na indústria de móveis e nas construções civis. - Possíveis excedentes podem ser direcionados como combustível industrial, na geração de eletricidade..
Mesocarpo	15 – 22	Porção amilácea do coco, prestando-se como energético na produção de rações ou para a produção de etanol, entre outras possibilidades.
Epicarpo	11 – 16	Material fibroso, ligno-celulósico, podendo ser utilizado como combustível industrial, e até mesmo, na co-geração de eletricidade.

Outrossim, estudos realizados demonstram que eliminando-se as palmeiras improdutivas nos babaçuais de elevadas densidades a produção chega a dobrar, passando da média de 3 toneladas de coco por ano para 6 toneladas anuais. É sabido também que o consórcio do babaçu com culturas temporárias rasteiras como o feijão, o amendoim, a soja, e até mesmo o girassol, são possíveis ao estilo de lavouras familiares, proporcionando ocupações e rendas complementares.

No estágio atual de produção, o óleo de babaçu não tem preço para ingressar no mercado energético, pois tem sido comercializados à preços superiores à US\$ 700 a tonelada.

Com certeza, sendo fácil demonstrar, que a prática do aproveitamento integral do coco, partindo da quebra mecanizada, poderia ser uma excelente oportunidade de geração de renda na coleta do coco, bem como na industrialização dos constituintes, produzindo riquezas bastante oportunas para os Estados detentores de babaçu, quais sejam: Maranhão, Piauí, Tocantins, parte de Goiás, além de várias micro regiões isoladas no Ceará, em Mato Grosso, em

Rondônia e outras. Neste cenário, o óleo de babaçu poderia ingressar no mercado energético, com quantidades substantivas e preços competitivos.

Óleo de Colza

Este óleo, constitui o único óleo utilizado para a produção de biodiesel na Europa. A produtividade, situada entre 350 – 400 kg de óleo por hectare, tem sido considerada satisfatória para as condições europeias. O agronegócio da colza envolve a produção e comercialização do farelo, rico em proteínas, que corresponde a mais de 1.000 kg por hectares, e ademais, a sua lavoura promove uma excelente adubação natural do solo. A colza pode ser cultivada no Brasil, a exemplo das culturas temporárias, através de uma agricultura totalmente mecanizada.

Óleo de Mamona

Estudos recentes aprofundados, realizados por uma equipe multidisciplinar, sobre o agronegócio da mamona, teve como principal conclusão que a mamona constitui, no momento, a cultura de sequeiro mais rentável entre as grandes culturas, em certas áreas do semi-árido nordestino.

Neste estudo considerou-se as séries históricas das produtividades das áreas tradicionalmente produtoras de mamona, possibilitando estabelecer uma produtividade média de 1.000 kg por ano de baga de mamona por hectare. Tal produtividade tem sido considerada bastante conservadora, pois com as modernas cultivares desenvolvidas pelo CNPA / EMBRAPA, específicas para o Nordeste, chegou-se à produtividades superando a marca dos 2.000 kg/há/ano, desde que as melhores condições e recomendações sejam seguidas.

Considerou-se um preço mínimo estabelecido de R\$ 0,50 por quilo (US\$ 140 / ton) e um preço máximo admissível de R\$ 0,60 por quilo (US\$ 170 / ton). O preço máximo admissível para a baga de mamona foi estimado com base no preço máximo admissível para o óleo de mamona, balizado pelo mercado energético, qual seja, US\$ 400 por tonelada (R\$ 1.400,00 / ton).

Os custos foram apropriados considerando lavouras familiares não mecanizadas em áreas apropriadas, seguindo as técnicas adequadas com relação a todas as etapas do cultivo. Considerou-se também os benefícios de uma safra adicional resultantes da realização de uma poda no início das chuvas para um segundo ano do ciclo de produção, e uma eliminação das plantas após esta segunda safra.

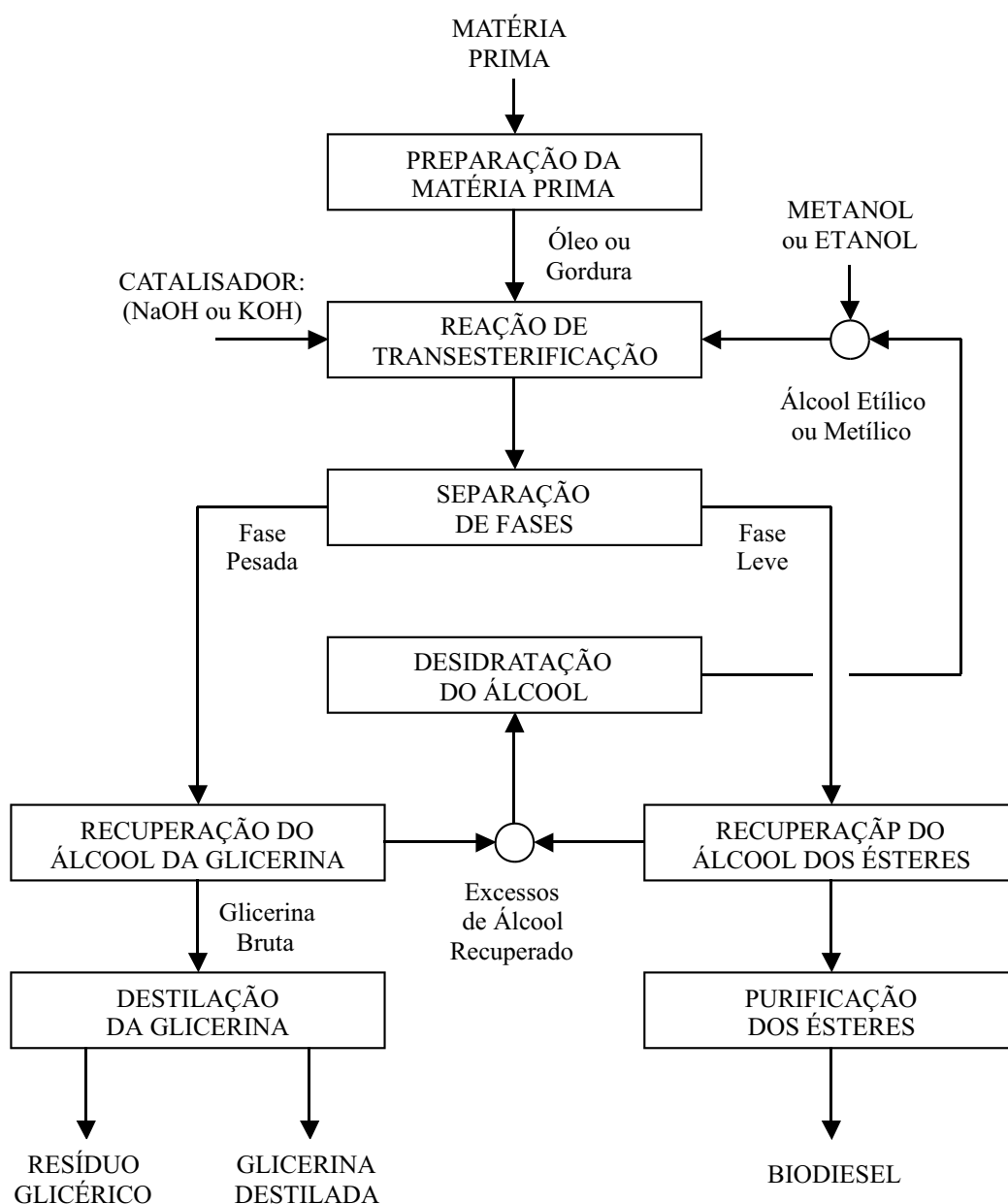
Tais conclusões revestem-se de extraordinária importância sob os pontos de vistas econômicos, sociais e ambientais para o Nordeste e para o Brasil.

Seção 4 PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL

ROTA DOS PROCESSOS

O processo de produção de biodiesel, partindo de uma matéria prima graxa qualquer, envolve as etapas operacionais mostradas no fluxograma adiante exposto.

Fluxograma do Processo de Produção de Biodiesel



A seguir serão comentadas, de forma sumária, as etapas de produção de biodiesel, enquadradas na rota apresentada no fluxograma mostrado anteriormente.

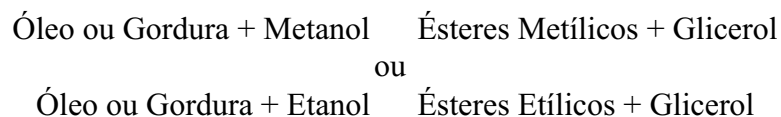
PREPARAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

Os procedimentos concernentes à preparação da matéria prima para a sua conversão em biodiesel, visa criar as melhores condições para a efetivação da reação de transesterificação, com a máxima taxa de conversão.

Em princípio, necessário se faz que a matéria prima tenha o mínimo de umidade e de acidez, o que é possível submetendo -a a um processo de neutralização, através de uma lavagem com uma solução alcalina de hidróxido de sódio ou de potássio, seguida de uma operação de secagem ou desumidificação. As especificidades do tratamento depende da natureza e condições da matéria graxa empregada como matéria prima.

REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO

A reação de transesterificação é a etapa da conversão, propriamente dita, do óleo ou gordura, em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que constitui o biodiesel. A reação pode ser representada pela seguinte equação química:



A primeira equação química representa a reação de conversão, quando se utiliza o metanol (álcool metílico) como agente de transesterificação, obtendo -se, portanto, como produtos os ésteres metílicos que constituem o biodiesel, e o glicerol (glicerina).

A segunda equação envolve o uso do etanol (álcool etílico), como agente de transesterificação, resultando como produto o biodiesel ora representado por ésteres etílicos, e a glicerina.

Ressalta-se que, sob o ponto de vista objetivo, as reações químicas são equivalentes, uma vez que os ésteres metílicos e os ésteres etílicos tem propriedades equivalentes como combustível, sendo ambos, considerados biodiesel.

As duas reações acontecem na presença de um catalisador, o qual pode ser empregado, o hidróxido de sódio (NaOH) ou o hidróxido de potássio (KOH), usados em diminutas proporções. A diferença entre eles, com respeito aos

resultados na reação, é muito pequena. No Brasil o hidróxido de sódio é muito mais barato que o hidróxido de potássio. Pesando as vantagens e desvantagens é muito difícil decidir, genericamente, o catalisador mais recomendado, e dessa forma, por prudência, essa questão deverá ser remetida para o caso a caso.

Sob o ponto de vista técnico e econômico, a reação via metanol é muito mais vantajosa que a reação via etanol. O quadro comparativo, apresentado a seguir, evidencia as vantagens da rota metílica sobre a rota etílica.

Comparação das Rotas Metílica & Etílica

Quantidades e Condições Usuais Médias Aproximadas	Rotas de Processo	
	Metílica	Etílica
- Quantidade Consumida de Álcool por 1.000 litros de biodiesel	90 kg	130 kg
- Preço Médio do Álcool, US\$ / kg	190	360
- Excesso Recomendado de Álcool, recuperável, por destilação, após reação	100%	650%
- Temperatura Recomendada de Reação	60 ^o C	85 ^o C
- Tempo de Reação	45 minutos	90 minutos

No Brasil, atualmente, uma vantagem da rota etílica possa ser considerada a oferta desse álcool, de forma disseminada em todo o território nacional. Assim, os custos diferenciais de fretes, para o abastecimento de etanol versus abastecimento de metanol, em certas situações, possam influenciar numa decisão. Sob o ponto de vista ambiental, o uso do etanol leva vantagem sobre o uso do metanol, quando este álcool é obtido de derivados do petróleo, no entanto, é importante considerar que o metanol pode ser produzido a partir da biomassa, quando essa suposta vantagem ecológica, pode desaparecer. Em todo o Mundo o biodiesel tem sido obtido via metanol.

SEPARAÇÃO DE FASES

Após a reação de transesterificação que converte a matéria graxa em ésteres (biodiesel), a massa reacional final é constituída de duas fases, separáveis por decantação e/ou por centrifugação.

A fase mais pesada é composta de glicerina bruta, impregnada dos excessos utilizados de álcool, de água, e de impurezas inerentes à matéria prima. A fase menos densa é constituída de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos, conforme a natureza do álcool originalmente adotado, também impregnado de excessos reacionais de álcool e de impurezas.

RECUPERAÇÃO DO ÁLCOOL DA GLICERINA

A fase pesada, contendo água e álcool, é submetida a um processo de evaporação, eliminando-se da glicerina bruta esses constituintes voláteis, cujos vapores são liqüefeitos num condensador apropriado.

RECUPERAÇÃO DO ÁLCOOL DOS ÉSTERES

Da mesma forma, mas separadamente, o álcool residual é recuperado da fase mais leve, liberando para as etapas seguintes, os ésteres metílicos ou etílicos.

DESIDRATAÇÃO DO ÁLCOOL

Os excessos residuais de álcool, após os processos de recuperação, contêm quantidades significativas de água, necessitando de uma separação. A desidratação do álcool é feita normalmente por destilação.

No caso da desidratação do metanol, a destilação é bastante simples e fácil de ser conduzida, uma vez que a volatilidade relativa dos constituintes dessa mistura é muito grande, e ademais, inexistente o fenômeno da azeotropia para dificultar a completa separação.

Diferentemente, a desidratação do etanol, complica-se em razão da azeotropia, associada à volatilidade relativa não tão acentuada como é o caso da separação da mistura metanol – água.

PURIFICAÇÃO DOS ÉSTERES

Os ésteres deverão ser lavados por centrifugação e desumidificados posteriormente, resultando finalmente o biodiesel, o qual deverá ter suas características enquadradas nas especificações das normas técnicas estabelecidas para o biodiesel como combustível para uso em motores do ciclo diesel.

DESTILAÇÃO DA GLICERINA

A glicerina bruta, emergente do processo, mesmo com suas impurezas convencionais, já constitui o sub produto vendável. No entanto, o mercado é muito mais favorável à comercialização da glicerina purificada, quando o seu valor é realçado.

A purificação da glicerina bruta é feita por destilação à vácuo, resultando um produto límpido e transparente, denominado comercialmente de glicerina destilada.

O produto de calda da destilação, ajustável na faixa de 10 – 15 por cento do peso da glicerina bruta, que pode ser denominado de “glicerina residual” ainda encontra possíveis aplicações importantes, as quais estão sendo pesquisadas na TECBIO – Tecnologias Bioenergéticas Ltda., e cujos resultados estão sendo considerados por demais promissores.

Seção 5 AS CADEIAS PRODUTIVAS DO BIODIESEL

BIODIESEL NO PLURAL

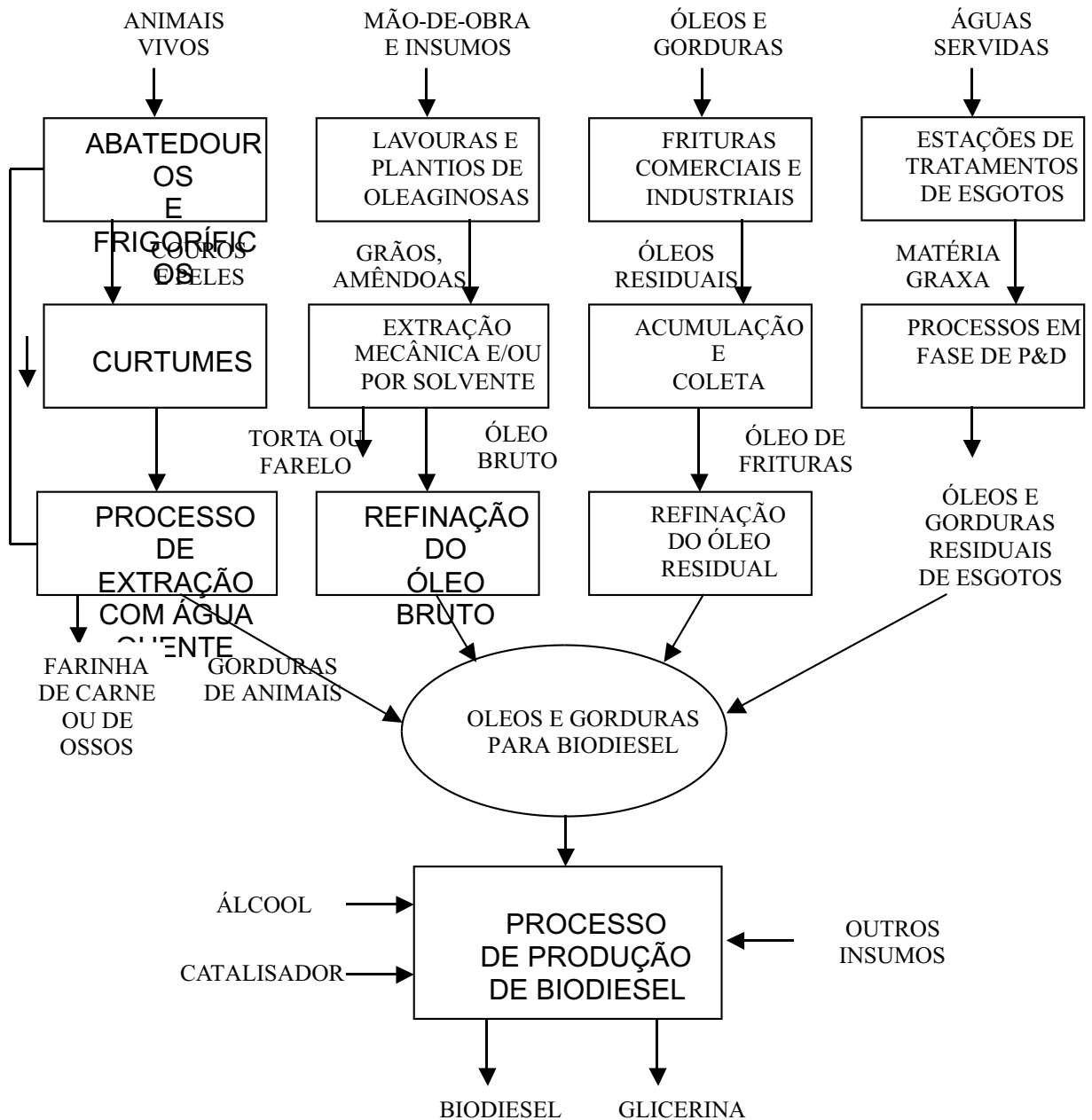
Conforme já mencionado, o biodiesel pode ser produzido a partir de várias matérias graxas classificáveis em grupos, designados segundo as suas origens ou fontes. Dessa forma, o universo de produção desse biocombustível deverá ser pluralizado, justificando a designação “cadeias produtivas do biodiesel”.

Grupos, Origens e Obtenções das Matérias Primas para a Produção de Biodiesel

Grupo: Óleos e Gorduras De Animais	Grupo: Óleos e Gorduras Vegetais	Grupo: Óleos Residuais de Frituras	Grupo: Matérias Graxas de Esgotos
Origens: Matadadouros Frigoríficos Curtumes	Origens: Agriculturas Temporárias e Permanentes	Origens: Cocções Comerciais e Industriais	Origens: Águas Residuais das Cidades e de certas Indústrias
Obtenção: Extração com Água e Vapor	Obtenção: Extração Mecânica Extração Solvente Extração Mista	Obtenção: Acumulações e Coletas	Obtenção: Processos em fase de Pesquisa e Desenvolvimento

O fluxograma apresentado a seguir mostra em blocos, os diversos elos das cadeias produtivas do biodiesel, considerando os grupos ou fontes de matérias primas, de conformidade com o quadro anteriormente apresentado.

Fluxograma das Cadeias Produtivas do Biodiesel



DESTAQUES E COMENTÁRIOS

A propósito de algumas rotas processuais e de determinados elos de cadeias produtivas, torna-se oportuno fazer-se os seguintes comentários:

A Visão em Cadeia Produtiva

A visão e abordagem da produção de biodiesel a luz de cadeias produtivas, com certeza, é imperativa, pois as interdependências entre os seus elos podem definir o sucesso ou insucesso dos empreendimentos.

Processos de Extração de Óleo

Os processos de extração de óleo de grãos ou amêndoas oleaginosas podem ser definidos nos seguintes estilos ou rotas:

Extração Mecânica
Extração por Solvente
Extração Mista (Mecânica/Solvente)

A seleção da rota de extração depende de dois fatores determinantes, quais seja m: a capacidade produtiva e o teor de óleo. O quadro apresentado a seguir, mostra os cenários e as rotas recomendáveis.

Indicativos e Sinalizações para Rotas Adequadas para Extração de Óleos Vegetais

Tipo de Usinas	Situações Recomendadas	Matérias Primas Típicas
Usinas de Extração Mecânica	- Pequenas e médias capacidades, normalmente abaixo de 200 ton de grãos/dia. - Oleaginosas de alto teor de óleo, acima de 35%.	Mamona Amendoim Babaçu
Usinas de Extração por Solvente	- Grandes capacidades, normalmente acima de 300 ton por dia de matéria prima. - Oleaginosas com baixo teor de óleo, abaixo de 25%.	Soja
Usinas Mistas	- Médias e grandes capacidades, acima de 200 ton/dia. - Oleaginosas de médio e grande teor de óleo, acima de 25%.	Algodão Mamona Amendoim Babaçu Girassol

A TECBIO – Tecnologias Bioenergéticas Ltda., concebeu, tendo desenvolvido em laboratório, um sistema de extração de óleo por solvente, apropriado para pequenas escalas de produção, inclusive para a consecução da reação de transesterificação em micela, isto é, durante o próprio processo de extração, de conformidade com a patente requerida e homologada em nome de Expedito José de Sá Parente sob o número PI – 8007957, ora em domínio público. A transposição de escala do referido sistema está apenas a disponibilização de recursos, requeridos ao MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia, todavia negados sem justificativa, apesar de ter sido demonstrada a importância de se dispor de pequenas unidades viáveis para a prática econômica da extração por solvente. Nesta ocasião, torna-se oportuno afirmar que a equipe responsável pelo projeto do referido sistema, ainda espera por uma reavaliação das análises em que a solicitação foi reprovada, acreditando nessa nova ordem para os caminhos brasileiros imposta pelo atual governo federal.

Óleos Residuais de Frituras

Existem alguns problemas técnicos com respeito a transformação dos óleos residuais de frituras, face a heterogeneidade da matéria prima com respeito ao grau de acidez, do teor de umidade e da presença de certos contaminantes, no entanto, a competente equipe da COPPE e da Escola de Química da UFRJ, estão administrando muito bem tais dificuldades, cujos resultados, com certeza serão os melhores.

Óleos e Gorduras Residuais de Esgotos

Esta possibilidade reveste de extraordinária importância não somente pela abundância dessa matéria prima, como também como artifício para evitar a transformação dessa matéria graxa em metano, um danoso contribuinte para o efeito estufa.

A possibilidade de transformação da matéria graxa em biodiesel, tem sido demonstrada em laboratório como factível, pela equipe que se ocupa com as questões ambientais e com o biodiesel na UFRJ. Necessário se faz continuar tais pesquisas e desenvolvimentos para num menor espaço de tempo possível, a comunidade possa contar com os resultados.

A Questão da Glicerina

A grande maioria das pessoas envolvidas no universo do biodiesel, sejam cientistas, tecnólogos ou administradores, está preocupada com a mercadologia da glicerina. De fato, apesar das inúmeras aplicações dessa substância, existe uma enorme diferença entre os valores das demandas das aplicações e os valores praticados no mercado energético.

Na consciência de que, a grosso modo, para cada metro cúbico de biodiesel produzido, produz-se como subproduto 100 kg de glicerina, as pessoas acreditam que o mercado químico, não terá condições de absorver tamanha oferta.

Diferentemente, mais preocupante seria se a glicerina desaparecesse ao longo do processo! Para quem acredita em ciência e tecnologia e conhece um pouco da história do desenvolvimento industrial, jamais acredita que algum dia a glicerina seja lançada no esgoto.

A implementação da produção de biodiesel deverá rebaixar progressivamente o preço da glicerina, hoje em torno de US\$ 1.000 a tonelada. A medida que o preço diminui, novas possíveis aplicações vão sendo viabilizadas, e ainda, com certeza a abundância de glicerina no mercado deverá suscitar aplicações de grandes demandas que deverão segurar os preços em patamares fixos e convenientes.

É bastante provável que possam ser desenvolvidas certas matérias plásticas de grandes e volumosas aplicações para regularizar e acomodar, em algum momento, o mercado da glicerina. Em paralelo, as adições de glicerina em certos alimentos para melhorar as propriedades sensoriais, promovendo o que se denomina de *after taste*, poderá fazer parte do novo cardápio da gliceroquímica. Por outro lado, várias poderiam ser as aplicações da glicerina na agricultura, desde que seu preço fosse compatível.

Com certeza, em última instância, antes de jogar a glicerina no lixo, é possível transformá-la em metanol, através de uma reforma com vapor, realimentando o processo de produção de biodiesel.

Uma outra premissa por demais verdadeira é que os decréscimos progressivos das receitas obtidas com a glicerina serão suficientemente compensados pelos futuros aumentos dos preços do biodiesel induzidos pelos futuros aumentos dos preços do petróleo.

Enfim, como recomendação: Vamos trabalhar, com coragem e eficácia, em todos os elos das cadeias produtivas do biodiesel. Lembrem-se que devemos somar os esforços, subtrair as dificuldades, dividir as tarefas e multiplicar os resultados, pois estas constituem necessariamente as 4 operações essenciais do sucesso.

Seção 6

SITUAÇÃO ATUAL DO BIODIESEL NO MUNDO

No início dos anos 90, dez anos após o lançamento oficial do seu lançamento no Brasil, o processo de industrialização do PRODIESEL foi iniciado na Europa, com um novo nome, simplesmente BIODIESEL, uma designação por demais apropriada.

Portanto, foi na Europa que o novo combustível para motores do ciclo diesel foi ressuscitado, exatamente com a mesma concepção original brasileira, em todos os seus aspectos.

Um fato novo que tem sido constatado nos países europeus tem sido a prática da eliminação do enxofre do óleo diesel a nível das refinarias de petróleo. Como a lubricidade do óleo diesel mineral dessulfurado diminuiu muito, a correção tem sido feita, adicionando -se biodiesel ao diesel mineral, já que a lubricidade do biodiesel é extraordinariamente grande. Esse biodiesel tem sido designado, por alguns distribuidores, de “Super Diesel”

A seguir, serão apresentados e comentados os estágios de implantação dos programas relevantes de produção e utilização do biodiesel:

ALEMANHA

Com base na colza, os alemães montaram um expressivo programa de produção de óleo diesel vegetal, utilizando a mesma tecnologia e a logística desenvolvida no Ceará.

O sistema produtivo de biodiesel praticado na Alemanha, como nos demais países europeus, tem a seguinte configuração:

- os agricultores plantam colza para nitrogenar naturalmente os solos exauridos daquele elemento;
- o óleo é extraído, produzindo -se o farelo protéico que é direcionado para ração de animais, especialmente na estação invernal;
- o óleo de colza é transformado em óleo diesel vegetal, o qual foi denominado muito apropriadamente de biodiesel;
- o biodiesel é distribuído de forma pura, isento de qualquer mistura ou aditivação, numa já enorme rede de abastecimento de combustíveis, composta de mais de 1.000 postos.

Uma estratégia, por demais inteligente, foi a preparação da introdução do biodiesel no mercado. Frotas de taxis, ditos “vegetarianos”, nas principais cidades

alemãs, foram utilizados para publicitar o biodiesel, através da distribuição de folhetos explicativos das características e vantagens do novo óleo combustível.

Uma outra estratégia interessante foi a disponibilização de dois bicos numa mesma bomba, sendo um para o óleo diesel de petróleo, e o outro, com selo verde, para suprir o biodiesel. Grande parte dos usuários misturavam, nas mais diversas proporções o biodiesel com o diesel comum, até ganhar confiança no biodiesel, cerca de 12% mais barato, e com várias vantagens ambientais. De fato, o preço médio do diesel mineral é 0,84 euros por litro, e 0,73 euros por litro o preço médio do biodiesel (preço- Abril/2002).

A prática de um menor preço para o biodiesel na Alemanha é explicável pela completa isenção dos tributos em toda a cadeia produtiva desse biocombustível.

FRANÇA

Apesar dos alemães terem ressuscitado o PRODIESEL na Europa, a França é atualmente o maior produtor mundial de BIODIESEL, combustível designado em francês por DIESTER.

As motivações e os sistemas produtivos na França são os mesmos adotados na Alemanha, porém o combustível apresenta-se, a nível de distribuição, misturado com o óleo diesel mineral na proporção atual de 5%, com tendência a fixar-se, a curto prazo, em 8%.

Na França, o uso do biodiesel misturado com o diesel mineral visa melhorar as emissões dos motores, em especial através da eliminação das mercaptanas, substâncias ricas em enxofre, extremamente danosas à saúde dos animais e das plantas.

A evolução dos conceitos de um ecodiesel para uso urbano deu-se através da criação do *Clube de Villes*, uma associação de municípios franceses com a finalidade de disseminar e avaliar os efeitos positivos do biodiesel misturado ao diesel do petróleo, nos centros urbanos, especialmente nos transportes coletivos.

Em razão das melhorias de qualidade das emissões veiculares, atualmente todos os ônibus urbanos franceses consomem ecodiesel, numa proporção de até 30% de biodiesel na mistura com o diesel mineral.

A cadeia produtiva do biodiesel também é incentivada, com relação aos impostos incidentes.

ESTADOS UNIDOS

Os Estados Unidos tem demonstrado maior interesse no uso do biodiesel misturado com o óleo diesel do petróleo, visando a melhoria das emissões dos

motores do ciclo diesel. Essa demonstração tem sido notória pelos inúmeros estudos que estão realizando com o uso do ecodiesel em suas diversas configurações.

A grande motivação americana reside na qualidade do meio ambiente. Na realidade, os americanos estão se preparando, com muita seriedade, para o uso de um ecodiesel, especialmente nas grandes cidades e em ambientes especiais como, por exemplo, nos ônibus escolares.

A proporção que tem sido mais cogitada para a mistura biodiesel/diesel mineral tem sido 20%, mistura esta que tem sido chamada de EcoDiesel B -20. Nesta proporção, as mercaptanas e os hidrocarbonetos cíclicos têm sido suficientemente oxidados por ocasião da combustão.

Os padrões para o biodiesel nos EUA são determinados e fixados pela norma ASTM D-6751 e a política americana de produção e utilização de biodiesel emana do *National Biodiesel Board*, com os seguintes destaques:

- A Lei do Senado S -517, de 25/04/2002, entre várias providências, cria o Programa de Biodiesel com a meta de produção de 5 bilhões de galões anuais (20 bilhões de litros por ano). Considerando que um litro de biodiesel equivale em capacidade energética veicular a 2,5 litros de álcool etílico, o programa americano de biodiesel equivale a 7 vezes o máximo atingido do programa brasileiro do álcool.
- Uma Lei Estadual de Minnesota, de 15/03/2002, obriga que seja adicionado, pelo menos 2% de biodiesel no óleo diesel mineral.
- No intuito de dar vazão aos estoques extras de óleo de canola e soja, vários outros Estados americanos estão incentivando a transformação dos excedentes em biodiesel.
- A Comissão de Segurança Ambiental, após aprofundados estudos, recomendou a utilização de biodiesel nos ônibus de transporte escolar (Yellow Bus).
- A NASA e as Forças Armadas Americanas consideram oficialmente o biodiesel, um combustível de excelência para qualquer motor do ciclo diesel.

AUSTRÁLIA

O espelho das notícias e de alguns trabalhos importantes publicados, a motivação naquele país certamente parece ser na produção simultânea e responsável, energia e alimentos. É bastante sabido que toda oleaginosa possui duas porções: a porção lipídica que pode originar o óleo comestível e/ou o biodiesel, e a porção protéica que pode ser empregada como ração e/ou diretamente como alimentos.

A estrutura do programa australiano de biodiesel tem certas semelhanças com o programa do álcool brasileiro, especialmente com respeito a sua magnitude.

ARGENTINA

Os argentinos já iniciaram o seu programa de biodiesel quando estabeleceram os padrões para o combustível através da Resolução 129/2001. O Decreto Governamental 1.396 de novembro de 2001, isenta de impostos por 10 anos toda a cadeia produtiva do biodiesel.

MALÁSIA

Este país é o maior produtor mundial de óleo de dendê, obtendo uma produtividade de 5.000 kg óleo por hectares por ano. Uma mega usina para produzir 500.000 m³ por ano de biodiesel está sendo implantada com o intuito de iniciar o funcionamento em 2003.

OUTROS PAÍSES

Vários outros países têm demonstrado interesse no biodiesel, seja para produzir, seja para adquirir e consumir.

É o caso do Japão que têm demonstrado interesse em importar biodiesel, e De alguns países europeus, onde se incluem os países do norte e do leste, além da Espanha e da Itália que pensam não somente em produzir como em importar biodiesel.

A questão ambiental, vista de forma localizada através da qualidade das emissões dos motores, e de forma de mudança climáticas globais, através da redução das emissões de CO₂ e por consequência na redução do efeito estufa, constitui a verdadeira força motriz para a produção e consumo dos combustíveis limpos oriundos da biomassa, especialmente o biodiesel.

BIODIESEL NA INTERNET

É fantástico é o interesse atual da comunidade científica e tecnológica pelo biodiesel, fato demonstrado pelas numerosas ocorrências de relatos e relatórios referentes a este biocombustível na INTERNET, cujo número já atinge a 160.000 ocorrências, adotando-se como palavra chave "biodiesel" (Março/2003).

Seção 7 E O BIODIESEL NO BRASIL?

POTENCIALIDADES BRASILEIRA

O Brasil pela sua imensa extensão territorial, associada às excelentes condições edafo-climáticas, é considerado um país, por excelência, para a exploração da biomassa para fins alimentícios, químicos e energéticos.

Estudos divulgados pelo NBB – National Biodiesel Board, órgão que se ocupa com a implementação do biodiesel nos Estados Unidos, afirmam categoricamente que o Brasil tem condições de liderar a produção mundial de biodiesel, promovendo a substituição de, pelo menos, 60% da demanda mundial atual de óleo diesel mineral. Acrescenta-se que tais estudos são revestidos de extrema confiabilidade, pois foram realizados utilizando de recursos com base em altas tecnologias. Enfim o Brasil é um país tropical de dimensões continentais.

No campo das oleaginosas, as matérias primas potenciais para a produção de óleo diesel vegetal, as vocações são bastante diversificadas, dependentemente da região considerada.

Por outro lado, as diversidades sociais, econômicas e ambientais geram distintas motivações regionais para a produção e consumo de combustíveis da biomassa, especialmente quando se trata do biodiesel.

A seguir será feita uma análise das potencialidades vocacionais das diferentes regiões brasileiras.

AS FEIÇÕES REGIONAIS DO BIODIESEL

AMAZÔNIA

Abrangência

Toda a bacia do Rio Amazonas e seus afluentes, compreendendo os estados do Amazonas e Pará, e parte dos estados circunvizinhos, onde predomina a floresta amazônica, com clima úmido equatorial.

Vocação Agrícola

Esta região não possui vocação para as culturas temporárias, uma vez que o solo fértil é de pequena profundidade, e a elevada taxa de pluviosidade ocasiona excessiva erosão, entre outros danos.

Todavia, a Amazônia tem apresentado excelentes resultados na produção de oleaginosas de palmeiras, das quais o dendezeiro se apresenta como

excelente, com produtividades que atingem a 5.000kg de óleo por hectare por ano. Acrescente-se que várias são as palmeiras nativas com características bastante promissoras para a produção de óleo.

Muitas outras espécies oleaginosas nativas espalhadas pela região poderiam abastecer micro unidades industriais, conferindo auto-suficiência locacional em energia, constituindo o que se poderia conceituar de “ilhas energéticas”.

Motivações

É oportuno salientar que a maior parte da energia utilizada na região amazônica é oriunda do óleo diesel e que o custo dos transportes de óleo diesel para tais localidades remotas é excessivamente elevado, chega a valer até 3 vezes o valor original do combustível.

PRÉ AMAZÔNIA

Abrangência

Esta região compreende os estados do Maranhão e Tocantins e parte dos estados do Piauí, Goiás, Mato Grosso e Pará. Predomina na Pré Amazônia imensas florestas babaçuais, algo em torno de 17 milhões de hectares.

Vocação Agrícola

O coco de babaçu, através do aproveitamento de seus constituintes, tem as seguintes serventias:

- As amêndoas (6 -8%) pode extrair-se o óleo (60%), que se apresenta como excelente para a produção de biodiesel. A torta (40%), rica em proteínas, pode destinar-se à formulação de rações de animais.
- O mesocarpo (17 -22%), rico em amidos, pode ser empregado, juntamente com a torta de extração do óleo, para a composição de rações de animais.
- O endocarpo (52 -60%), um lignito vegetal, pode usado para a fabricação de carvão ou grafite, ou, através de um processo de aglomeração, ser empregado na fabricação de materiais construtivos (tacos, revestimentos, madeiras reconstituídas, etc.). O carvão de babaçu pode ser usado como matéria prima na produção de metanol, importante insumo do biodiesel. Na carbonização do endocarpo, dos voláteis quando recuperados, pode ser extraído também o metanol.
- O epicarpo (12 -18%) é constituído de fibras, as quais podem ser empregadas como combustível para geração de calor e eletricidade, insumos necessários para os processos industriais.

Considerando a imensidão da floresta de babaçu, com um potencial de produção de coco superior à 40 milhões de toneladas anuais, equivalendo à 17 mil

toneladas anuais de óleo, capazes de produzir 20 bilhões de litros anuais de biodiesel.

Levando-se em conta ainda a possibilidade do consórcio agrícola do babaçu com amendoim, girassol, mamona e outras oleaginosas, além da pecuária extensiva, a região pré amazônica apresenta-se, em termos potenciais, como uma região naturalmente rica e por demais promissora para extraordinárias produções de alimentos e energia, além de vários outros produtos oriundos do coco de babaçu.

Motivações

A principal motivação do babaçu está no aproveitamento de um recurso natural já existente e muitíssimo pouco explorado, em condições de gerar, além do biodiesel, uma miscelânea de produtos, tais como: metanol, carvão vegetal, grafite, alcatrão, combustível de fornos e caldeiras, rações, aglomerados para construção civil, aglomerados para fabricação de móveis, entre outros.

A exploração dos babaçuais, em consórcio com outras atividades agrícolas ou pecuárias, como extraordinário fator de ocupação e geração de renda, poderá fixar o homem na região pré amazônica, invertendo inclusive o fluxo migratório.

NORDESTE SEMI-ÁRIDO

Abrangência

Compreende os estados e regiões pertencentes ao chamado Polígono das Secas. Portanto, o semi árido nordestino abrange quase todos os territórios dos estados da Região Nordeste, incluindo -se o norte de Minas Gerais. São regiões de convivência com as secas periódicas, e em conseqüência, possuem grandes contingentes de miseráveis rurais.

Vocação Agrícola

A irrigação tem demonstrado ser o caminho para uma agricultura segura e produtiva no semi árido nordestino, porém, em razão de vários fatores, incluindo -se o econômico, este artifício se presta mais as culturas mais nobres, como a fruticultura, a horticultura e a floricultura, cujos resultados têm sido por demais satisfatórios.

As culturas energéticas têm que se basear em lavoura de sequeiro, isto é, sem irrigação. Entre as possibilidades propostas a mamona e o algodão se apresentam como viáveis, uma vez que tais culturas podem conviver com o regime pluviométrico do semi árido.

Estudos preliminares sinalizam o girassol como uma oportunidade agrícola, uma vez que variedades recém desenvolvidas possuem resistências consideradas às estiagens, explicadas pelas suas longas raízes pivotantes. Necessário se faz

realizar estudos e pesquisas mais aprofundadas objetivando a inclusão do girassol no cardápio das produções agrícolas da região.

O Nordeste possui uma série de espécies xerófilas nativas, como os pinhões, a leucena, e outras oleaginosas e leguminosas que poderiam ser incluídas como plantas produtoras de óleos vegetais para a produção de biodiesel. No entanto, muitas pesquisas se fazem necessárias a propósitos da inclusão de tais espécies vegetais no rol das atividades agrícolas regionais.

Especificamente, tendo como objetivo a produção de óleo, a ricinocultura parece constituir o verdadeiro caminho e vocação para o semi árido, pelas razões que se seguem:

- A mamoneira se adapta muito bem com o clima e as condições de solos do semi árido;
- Estudos realizados pelo CNPA – Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, da EMBRAPA, em Campina Grande, está disponibilizando cultivares de altas produtividades que permitem altas produtividades (até 2.500kg de semente por hectare);
- A lavoura da mamona se presta para a agricultura familiar, podendo apresentar economicidade elevada.
- A torta resultante da extração do óleo de mamona se apresenta como adubo de excelência, encontrando aplicações ideais na fruticultura, horticultura e floricultura, atividades importantes e crescentes nos perímetros irrigados nordestinos.
- A lavoura de um hectare de mamona pode absorver até 8 toneladas de gás carbono da atmosfera, contribuindo de forma relevante para o combate do efeito estufa.

Motivações

O exposto sugere que a imensidão do mercado energético poderá constituir a sustentação de um imenso programa de assentamentos familiares com foco na cultura da mamona.

É bastante sabido, pelas estatísticas dos recrutamentos assistencialistas, que a região semi árida nordestina, possui mais de 2.000.000 de famílias de miseráveis que habitualmente convivem com a fome e que tornam-se, periodicamente, flagelados das secas. Portanto, a grande e forte motivação para um programa de biodiesel no Nordeste reside na miséria, isto é, na possibilidade de erradicar ou minorar a miséria do campo através da ocupação, com renda digna, em assentamentos familiares.

Em termos potenciais é fácil imaginar o panorama e os efeitos da ocupação com a lavoura de mamona, de 2 milhões de famílias: Considerando uma produção participativa familiar, média, de 3 toneladas anuais de sementes de mamona, a safra global de mamona atingiria a 6 milhões de toneladas, capazes de gerar

cerca de 3 bilhões de litros de biodiesel. O mais importante é que cada família poderia auferir uma renda extra anual superior à R\$ 1.500,00 (US\$ 500/ano), suficientes para uma vida digna, sem fome.

REGIÕES SUL E CENTRO SUL:

Abrangência

Todos os estados que compõem o cone sul brasileiro, quais sejam, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Vocação Agrícola

A vocação agrícola incide sobre as culturas temporárias, mecanizáveis, especialmente a soja ou o amendoim, sendo esta oleaginosa, mais apropriada para a produção energética, pois apresenta um teor de óleo superior a 45%, enquanto a soja situa-se em 18%.

O girassol, direta ou indiretamente, poderá contribuir substantivamente para o programa energético, pelas suas extraordinárias produtividades e resistências às estiagens, atualmente freqüentes na região. Quando se diz “contribuição direta” significa que o óleo pode ser utilizado para a produção de biodiesel, e “contribuição indireta” é que o seu óleo poderá ser direcionado ao mercado alimentício, deslocando os excedentes de outros óleos (soja, por exemplo) para o mercado energético.

Motivações

Duas são as principais motivações de para o programa de produção e consumo de biodiesel no Sul e Centro Sul:

- A primeira motivação diz respeito à questão mercadológica. O preço do óleo de soja tem apresentado quedas permanentes no mercado, então, o uso alternativo do óleo no mercado energético teria o efeito regulador da oferta, tendo como consequência natural a estabilização dos preços.

A mistura do óleo diesel mineral com o biodiesel tem se mostrado extremamente importante na melhoria da qualidade das emissões resultantes do funcionamento dos motores, especialmente com respeito a presença do enxofre sob a forma de mercaptanas e dos hidrocarbonetos cíclicos, sendo tais substâncias por demais danosas às plantas e aos animais, onde se incluem os seres humanos. Digase de passagem, que nas grandes cidades é onde mais se concentram os poluentes das emissões veiculares, em razão do congestionamento, da densidade de tráfegos, e das acelerações e desacelerações dos motores, situações de baixos rendimentos onde as emissões são mais ricas em combustíveis não queimados. Portanto, a qualidade ambiental nos grandes

aglomerados urbanos, constitui uma forte motivação para a produção e consumo do biodiesel.

ENTRAVES E DIFICULDADES

Apesar da importância destacada do óleo diesel para o Brasil, considerado um consumidor até pico, muitas dificuldades são impostas para a escalada de implementação do biodiesel.

Um dos entraves que tem sido apontado é que o óleo diesel no Brasil é um dos mais baratos do mundo, especialmente se comparados aos preços das demais frações do petróleo. Apreende-se dessa realidade que o preço do óleo diesel no Brasil é um preço puramente político, justificado pelas pesadas influências dos fretes nos custos finais das mercadorias, mormente pelas distâncias transportadas associadas às ineficiências nos transportes.

A isenção dos impostos para toda a cadeia produtiva do biodiesel, constitui uma providência imprescindível, sem a qual não haverá possibilidade de competição desse novo combustível com óleo diesel mineral, aos níveis atuais dos preços do petróleo, especialmente, conforme anteriormente citado, o preço do óleo diesel brasileiro é um preço politicamente estabelecido em níveis minimizados. Ressalta-se que em todo o mundo a produção e o consumo de biodiesel tem sido isentado das taxas e impostos.

Uma terceira categoria de entraves refere-se à burocracia que tem sido imposta às questões dos combustíveis, onde a academia tem participado como um vetor de complicação. Já existem normas internacionais estabelecidas e testadas para o biodiesel, porque não se usa -las até que se tenha uma norma nacional?

Na Europa o biodiesel foi colocado como uma realidade técnica, econômica e ambiental, as indústrias de motores e seus acessórios tiveram que homologar os seus equipamentos. No Brasil a coisa tem caminhado no sentido inverso. Por que não iniciar o programa de produção visando o emprego do biodiesel como um aditivo, participando com uns poucos porcentos, de forma a dar tempo para os fabricantes resolverem os seus eventuais problemas?

A oferta de matérias primas parece ser um dos principais dificuldades restritivas para a implementação de um programa de produção extensiva de biodiesel. O caminho não poderá ser outro senão o de organizar os sistemas de produção agrícola, garantido preços justos e seguros para os agricultores.

Outras questões são consideradas como limitantes na implementações de um programa nacional do biodiesel, onde se incluem o mercado da glicerina, os custos de produção do biodiesel, entre outros que são abordados nas diversas seções dessa publicação.

CUSTOS E PREÇOS SUGERIDOS PARA O BIODIESEL NO BRASIL

A principal parcela na formação do custo do biodiesel, deve -se ao custo da matéria prima, contribuindo, a grosso modo, com 2/3 dos custos totais de produção.

Os créditos obtidos com a venda de glicerina são atualmente importantes na viabilização do biodiesel. Para o futuro acredita -se que esses créditos deverão ser menos importantes como fator de viabilização, pois a tendência é baixar o preço de mercado da glicerina e crescer o preço do petróleo, e em consequência, o preço do óleo diesel mineral.

A parcela de custo devido aos agentes de transesterificação, bem como as demais parcelas dos custos diretos são plenamente absorvidos pelos créditos obtidos com as receitas de glicerina.

Para uma análise econômica, genérica, para o biodiesel, torna -se importante então conhecer os custos em função dos custos da matéria prima.

Considerando os balanços de materiais e das energias envolvidas no processo, os custos de produção de biodiesel podem ser facilmente calculados, numa planilha eletrônica, em função do custo da matéria prima. Os resultados são apresentados, em variadas formas, nos Gráficos (A), (B), (C) e (D). Considerou-se isenção completa de impostos.

GRÁFICO (A)

Análise de Custos do Biodiesel Puro - B100

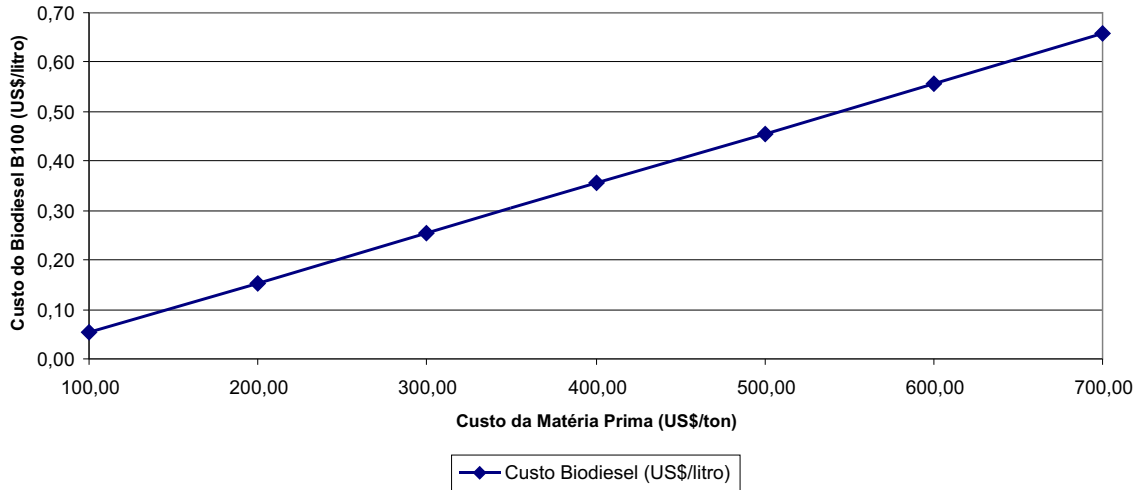


GRÁFICO (B)

Análise Comparativa Preço B5

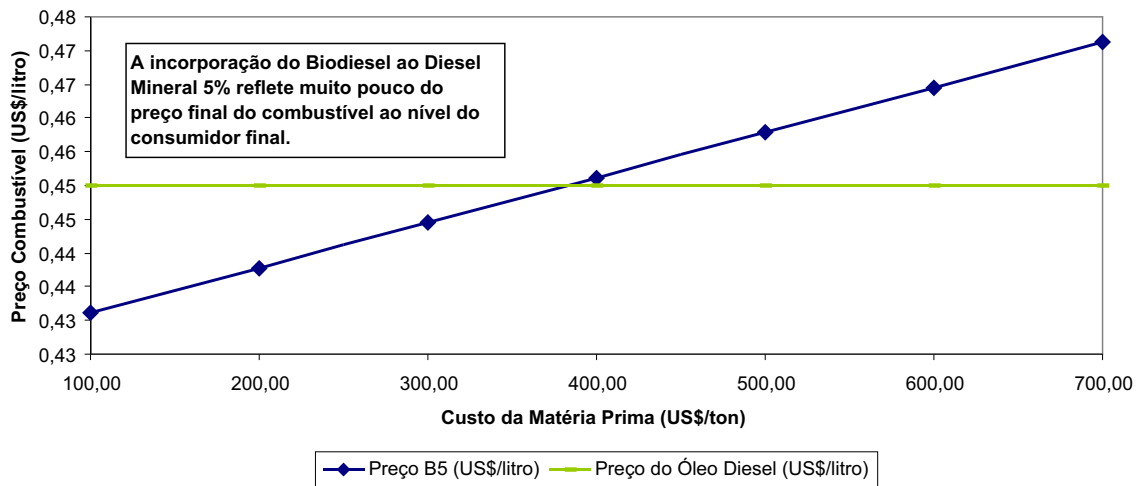


GRÁFICO (C)

Análise Comparativa de Preços B100

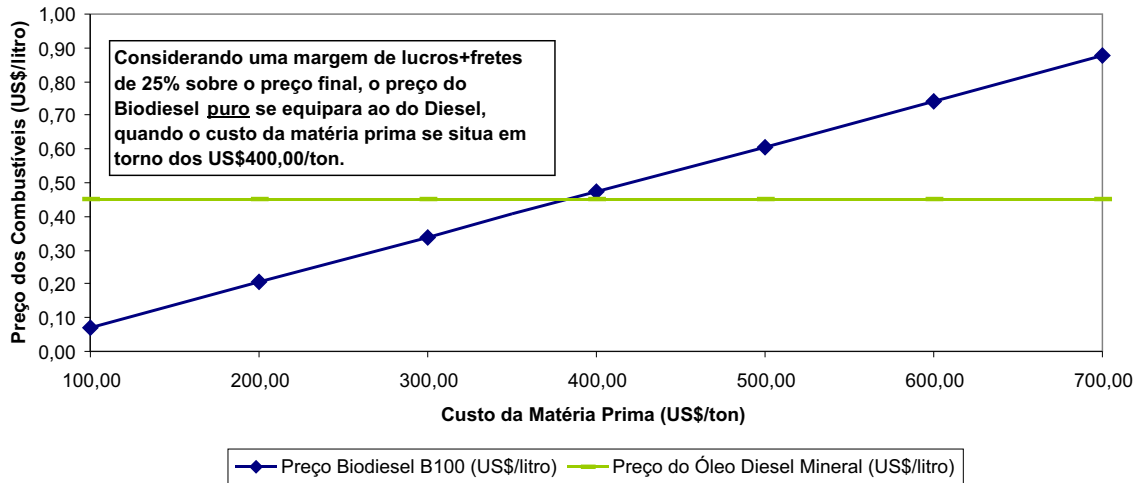
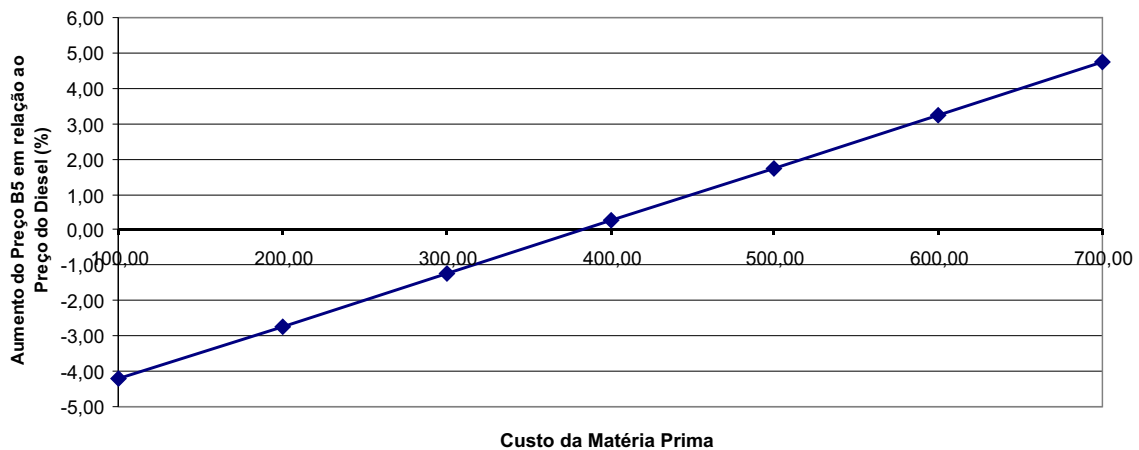


GRÁFICO (D)

Varição do Aumento do Preço do B5 em Relação ao Preço do Diesel Mineral em Função do Preço da Matéria Prima



O Gráfico (A) mostra os custos do biodiesel em função do custo da matéria prima, ou seja, o seu preço posto na fábrica de biodiesel. Examinando esse gráfico conclui-se que a US\$ 400 por tonelada, de matéria prima, o custo do biodiesel situa-se ao nível de US\$ 0.36 por litro, que poderá ser comercializado ao nível do consumidor à US\$ 0.45 por litro, conforme mostra o Gráfico (C), sendo competitivo em relação ao preço do óleo diesel.

O Gráfico (B) diz respeito aos resultados aplicado à mistura B-5, isto é, a mistura biodiesel / diesel na proporção de 5%, condição que tem sido recomendada para iniciar o programa de biodiesel no Brasil. Com a matéria prima à US\$ 400 / ton. é evidente que o preço da mistura torna-se o mesmo do biodiesel puro. As variações dos preços sugeridos para o ecodiesel B-5 são pequenas, pois tais variações são atenuadas pela pequena participação do biocombustível. O Gráfico (D) mostra as variações percentuais dos preços sugeridos para o ecodiesel B-5 em função do custo da matéria prima, sendo assim uma outra forma de apresentar os resultados contidos no Gráfico (B).

Conclui-se desses gráficos que o custo máximo admissível para a matéria prima situa-se em US\$ 400 por tonelada, considerando um preço médio do óleo diesel na bomba, equivalente à US\$ 0.45 o litro. Conclui-se ainda que para a mistura B-5, os preços dessa mistura são mais tolerantes, pois são atenuados. Para o preço da matéria prima de US\$ 500 por tonelada, por exemplo, o B-5 deverá ser comercializado na bomba à US\$ 0.46 por litro, cerca de 2% a mais que o preço atual do óleo diesel, US\$ 0.45 / litro.

Os Gráficos (C) e (D) referem aos resultados dos cálculos para a mistura diesel / biodiesel, numa proporção de 5% do biocombustível, correspondendo o ecodiesel B-5, condição que se pretende iniciar o programa de produção e uso do biodiesel no Brasil.

O Gráfico (C) mostra os preços sugeridos para a mistura B-5 em função do custo da matéria prima, e o Gráfico (D) apresenta as variações percentuais, positivas ou negativas, sobre os preços do óleo diesel.

Pensando em exportações do biodiesel para os países europeus, os preços máximos admissíveis para a matéria prima poderá ser muito mais elevados, uma vez que o preço do biodiesel ao nível de consumidor é quase o dobro dos preços brasileiros. Nestes casos, considerando os fretes e as despesas de cabotagem, é possível vender o biodiesel a um preço na faixa de US\$ 0.55 por litro, posto fábrica no Brasil. Nesta condições o preço máximo admissível para a matéria prima eleva-se para US\$ 500 por tonelada.

SEÇÃO 8

ASPECTOS ECONÔMICOS, SÓCIAIS E AMBIENTAIS DA SUBSTITUIÇÃO DE ÓLEO DIESEL POR BIODIESEL NO BRASIL

NOS PRIMÓRDIOS

Em 1895, cerca de 25 anos após a descoberta do petróleo, Rudolf Diesel concebeu o motor de ignição por compressão, que mais tarde foi denominado, em sua homenagem, de motor diesel. Durante a Exposição Mundial de Paris, em 1889, um motor diesel foi apresentado ao público funcionando com óleo de amendoim.

Os primeiros motores tipo diesel eram de injeção indireta através de pré câmaras, o que permitia uma maior versatilidade e tolerância, quanto às características dos combustíveis. Tais motores eram alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e até mesmo por óleos de peixe. Todavia, eram motores de baixos rendimentos e a qualidade das emissões seria hoje inaceitável.

Até o final dos anos 40, os motores diesel consumiam o que era denominado de “óleo cru”, o qual era uma espécie de petróleo filtrado e padronizado, com baixo nível de fracionamento. O combustível especificado como “óleo diesel” somente surgiu com o advento dos motores diesel de injeção direta, sem pré câmara. A disseminação desses motores se deu na década de 50, com a forte motivação de seus muito maiores rendimentos, resultando em baixos consumos de combustível. Além dos baixos níveis de consumos específicos, os motores diesel modernos, produzem emissões, de certa forma aceitáveis, dentro de padrões estabelecidos.

Atualmente, a sociedade tem sido mais exigente quanto às emissões, requerendo melhorias não só nos motores, mas principalmente nos combustíveis.

O FRACIONAMENTO DO PETRÓLEO

Numa refinaria o petróleo bruto, através de seu processamento, é desdobrado nas diversas frações que deverão ter as suas aplicações como combustíveis e como matérias primas petroquímicas. Os óleos combustíveis industriais, o óleo diesel, o querosene, a gasolina e o gás de cozinha, são os combustíveis utilizados nas diversas aplicações. O asfalto e as naftas constituem as matérias primas industriais.

O espectro das diversas frações do petróleo dependem de suas características e composição. Normalmente, a fração obtida de óleo diesel situase ao redor dos 30%, no entanto, no Brasil em razão de suas necessidades diferenciadas, os processos conduzidos nas refinarias são ajustados para

maximizar a produção de óleo diesel que atinge a marca dos 40% do petróleo processado.

PRODUÇÃO E CONSUMO DO ÓLEO DIESEL NO BRASIL

A *grosso modo*, o Brasil produz anualmente 60 milhões de metros cúbicos de petróleo (377 milhões de barris), importando 25 milhões de metros cúbicos (157 milhões de barris) para complementar as suas necessidades. Com o petróleo próprio e importado, o país produz 34 milhões de metros cúbicos anuais de óleo diesel, importando 6 milhões de metros cúbicos anuais, para ajustar o seu perfil de consumo. O quadro seguinte resume estes números.

Perfil da Produção e Importação de Óleo Diesel no Brasil

Produções e Importações de Petróleo e Óleo Diesel	Valores Anuais em Metros Cúbicos (*)
- Produção de Óleo Diesel com Petróleo Brasileiro: (1)	24.000.000
- Produção de Óleo Diesel com Petróleo Importado: (2)	10.000.000
- Produção Total de Óleo Diesel no Brasil: (1)+(2)	34.000.000
- Importações de Óleo Diesel: (3)	6.000.000
- Consumo Brasileiro de Óleo Diesel: (1)+(2)+(3)	40.000.000

(*) Valores em números redondos

Os volumes das importações brasileiras de petróleo tem sido balizados pelas necessidades de óleo diesel, fato evidenciado pelas importações do óleo diesel e exportações de gasolina, e ainda pela mudança do perfil fracionamento do barril de petróleo em favor da produção de óleo diesel.

MODAIS DE TRANSPORTES

A distribuição setorial do consumo de óleo diesel no Brasil tem o seguinte perfil :

Transportes 75%
Agricultura 15%
Outros Usos 10%

A concentração anormal do uso do diesel nos transportes, requer uma análise crítica dos modais de transportes no Brasil, com vistas para entender de tal anomalia.

Os transportes de cargas podem ser enquadrados nos seguintes grupos ou modais de transportes:

Hidroviário
Ferroviário
Rodoviário
Aeroviário
Dutoviário

As estrutura dos transportes de cargas no Brasil é atípica. Apesar de sua enorme costa marítima e da sua extraordinária malha fluvial, o transporte hidroviário tem sido negligenciado no Brasil. Este desprezo torna-se por demais grave, quando associado ao fato que cerca de 80% da produção e do consumo dessa cargas situam-se na faixa litorânea e que o transporte hidroviário é, a grosso modo, 8 vezes menos demandante de óleo diesel que o transporte rodoviário, considerando litros de combustível por tonelada de carga transportada e por quilômetro de percurso.

Mais de 70% das cargas brasileiras são transportadas em rodovias. Na Europa este número situa-se na proporção de 25%, pois o transporte ferroviário tem sido bastante preferenciado, modal que consome cerca de um quarto do modal rodoviário, quando se considera litros/tonelada/km.

É fácil demonstrar por uma simples aritmética, que as importações brasileiras de petróleo e de óleo diesel seriam anuladas se o perfil brasileiro dos transportes de cargas se ajustasse ao perfil dos Estados Unidos ou do Canadá, em que os transportes rodoviários participam com menos de 50% do totais das cargas transportadas.

É por esta razão, que o Brasil importa o óleo diesel numa proporção de cerca de 20% do seu consumo, apesar da estrutura de fracionamento das suas refinarias serem otimizadas na direção da produção de óleo diesel.

REFLEXOS SOCIAIS E ECONÔMICOS DA SUBSTITUIÇÃO DO DIESEL POR BIODIESEL:

A luz desses dados e informações, conclui-se que para cada barril de biodiesel produzido, deixa-se de importar 2,5 barris de petróleo, que aos níveis de preços atuais (março/2003), resulta numa poupança de divisas nacionais em torno de US\$ 90.

Um fascinante exercício aritmético poderia antever os resultados sócio-econômicos da substituição do óleo diesel mineral por biodiesel nos seguintes cenários:

Cenário A:
Produção de 2 bilhões de litros anuais
de Biodiesel de Mamona

A meta de produção de biodiesel seria dimensionada com base na erradicação da miséria na região semi árida do nordeste brasileiro, ocupando duas milhões de famílias que convivem com a fome. A estratégia seria a implementação de um programa de lavoura familiar com base na mamona, para gerar renda complementar segura para as famílias envolvidas, além da renda duvidosa, tradicionalmente auferida com a prática da lavoura de subsistência (feijão e milho).

Cenário B:
Produção de 6 bilhões de litros anuais
de Biodiesel de Mamona, Soja e Amendoim

A meta de produção de biodiesel seria dimensionada com base na substituição das importações de óleo diesel, qual seja, 6 bilhões de litros anuais. Seria acrescentada à meta do Cenário A, uma produção de 2 bilhões de litros anuais de biodiesel de soja e 2 bilhões de litros anuais de biodiesel de amendoim, que seriam cultivados em áreas do cerrado brasileiro.

Cenário C:
Produção de 20 bilhões de litros anuais
de Biodiesel de Mamona, Soja, Amendoim, Dendê e Babaçu

A meta de produção de biodiesel seria dimensionada com base na meta americana já definida pela Lei do Senado S 517 de abril de 2002, qual seja, 20 bilhões de litros anuais. O cumprimento dessa meta seria possível, dobrando a produção da meta do Cenário B, acrescentando-se 1 bilhão de litros anuais de biodiesel de babaçu e 7 bilhões de litros anuais de biodiesel de dendê. Neste cenário, o combustível para motores diesel não balizaria mais as importações de petróleo, e o Brasil poderia ganhar divisas, através de exportações de biodiesel.

O quadro a seguir apresentado, mostra as condições e as conseqüências para os três cenários idealizados como modelos.

As condições são apresentadas em termos de áreas agricultadas de culturas de oleaginosas adequadas as diversas regiões brasileiras e nos números de famílias envolvidas na produção rural.

As conseqüências são apresentadas em termos de volumes de petróleo substituído, de economias de divisas, e de economias no Programa Fome Zero.

Resultados Sociais e Econômicos de Programas de Produção de Biodiesel
(valores apresentados em base anual)

Culturas Agrícolas	Área Cultivada, em milhões de hectares	Produção de Biodiesel, em bilhões de Litros	Substituição de Petróleo, em bilhões de Litros	Economia de Divisas, em bilhões de US\$	Ocupações, em milhões de Famílias	Economia no Fome Zero milhões de US\$
CENÁRIO A: Lavoura Familiar de Mamona TOTAIS	4 4	2 2	5 5	1,134 1,134	2 2	340 340
CENÁRIO B: Lavoura Familiar de Mamona Lavoura Mecanizada de Soja Lavoura Mec. de Amendoim TOTAIS	4 9 4 17	2 2 2 6	5 5 5 15	1,134 1,134 1,134 3,402	2 0,45 0,25 2,70	340 76,5 42,5 459
CENÁRIO C: Lavoura Familiar de Mamona Lavoura Mecanizada de Soja Lavoura Mec. de Amendoim Extrativismo do Babaçu Cultivo Mecanizado do Dendê TOTAIS	8 18 8 8 1,5 43,5	4 4 4 1 7 20	10 10 10 2,50 17,5 50	2,268 2,268 2,268 0,567 3,969 11,34	4 0,90 0,50 1,60 0,30 7,30	680 153 85 272 51 1.241

Câmbio: US\$ 1.00 = R\$ 3,50

Observações e Comentários

- Foi considerando, de forma conservadora, que 1.000 kg de óleo vegetal produz 1.000 litros de biodiesel.
- Para as metas estabelecidas nos 3 cenários, foram consideradas as seguintes produtividades para os cálculos das áreas necessárias para a produção de oleaginosas:

Espécies Oleaginosas	Produtividades, em kg / hectare / ano	
	Grãos ou Cocos	Óleo Vegetal
Mamona	1.000	470
Soja	1.200	210
Amendoim em Casca	1.500	450
Coco de Babaçu	3.000	120
Coco de Dendê	20.000	5.000

- Nos cálculos dos níveis de ocupações foram considerados os seguintes parâmetros:

Lavoura Familiar de Mamona: 2 hectares / família
Lavoura Mecanizada de Soja: 20 hectares / família
Lavoura Mecanizada de Amendoim: 16 hectares / família
Extrativismo do Coco de Babaçu: 5 hectares / família
Cultivo Mecanizado do Dendzeiro: 5 hectares / família

- Nos cálculos considerou-se um custo para o Programa Fome Zero de R\$ 50,00 por mês por família, resultando em R\$ 600,00 por ano por família, ou US\$ 170 por ano por família.

SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES PARA UM PROGRAMA NACIONAL DE BIODIESEL

(Este texto foi extraído de um documento encomendado pela equipe de transição do Governo Lula, tendo sido veiculado pelo IVIG – Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, COPPE– UFRJ)

Pressuposto Inicial

O Brasil, pela sua imensidão territorial, associada às suas excelentes condições edafo-climáticas, constitui um verdadeiro paraíso para a exploração da biomassa, para fins alimentícios, energéticos e químicos.

Segundo estudos internacionais, o Brasil tem potencialmente a capacidade de abastecer com biodiesel, substituindo 60% do consumo mundial de óleo diesel de petróleo. O programa nacional do álcool, pelo seu volume de produção alcançado, constitui um importante exemplo da capacidade brasileira de produção de combustíveis com base em sua biomassa.

A diversidade de matérias primas, propósitos e motivações, pode tornar a questão do uso da biomassa, em seu planejamento, uma matriz complexa, que pode ser simplificada, quando são adotados critérios com base em definições de uma política social, ambiental e econômica, levando-se em conta, também, as especificidades regionais.

Posições Atuais do PROBIODIESEL

A atual política de desenvolvimento e difusão tecnológica do biodiesel, apregoada pelo MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia, é por demais restritiva, quando preferencia o uso da soja como matéria prima, e do etanol anidro, como coadjuvante do processo de produção.

Tais restrições comprometem um programa de biodiesel, quando idealizado com amplitude nacional, especialmente quando se pretende enquadrar os processos e resultados, aos grandes propósitos do futuro governo federal, em suas linhas de intenções. A persistente visão dos atuais responsáveis pelas definições restritivas, somente é justificada pelo desconhecimento, não só dos aspectos técnicos da produção desse biocombustível, mas também das peculiaridades regionais desse enorme País.

Um espelho da atual visão política do MCT está na Portaria Ministerial 702 de 30/10/2002 e do Projeto de Lei, ora em tramitação no Congresso Nacional, influenciado pelo referido Ministério.

É bem sabido que a soja é uma matéria prima por demais importante para a produção de biodiesel, haja visto que o Brasil é o segundo maior produtor mundial desta leguminosa e que 90% da produção atual brasileira de óleo, advém da soja.

Do outro lado, é preciso saber que a lavoura da mamona, por exemplo, tem a capacidade de oferecer ocupação para as duas milhões de famílias de miseráveis rurais, que vivem com fome no semi árido nordestino, em condições de ofertar, mais de 2 bilhões de litros anuais de biodiesel. É demonstrável que a ricinocultura, com geração de renda complementar, possui a capacidade de exterminar com a fome de, pelo menos, 10 milhões de brasileiros que vivem famintos, especialmente nos constantes períodos de seca e de longas estiagens.

Um outro exemplo da complementaridade de matérias primas, refere-se ao caso da inserção do babaçu no mercado energético, espécie vegetal oriunda dos mais de 17 milhões de hectares, já existentes e disponíveis, nos Estados do

Maranhão, Piauí, Goiás, Tocantins e outros, que constituem a região pré amazônica. Do coco de babaçu, além da oferta de óleo, é possível obter carvão vegetal e seus derivados, metanol, etanol, rações de animais e vários outros produtos. O prática de lavouras familiares de oleaginosas, consorciadas ao babaçu, como o amendoim, girassol e outras, pode aumentar, não somente, a oferta de óleos vegetais para o mercado químico, alimentício e energético, mas também, a geração de milhares de ocupações para as famílias rurais da região pré amazônica, fixando-as com dignidade no campo, impedindo assim que elas migrem para a região amazônica, para sobreviver do desmatamento e das lavouras inadequadas.

Ainda um outro exemplo está na possibilidade de obtenção de biodiesel, partindo de insumos residuais, não somente de óleos de frituras, mas também do sebo dos abatedores, frigoríficos e curtumes, e ainda, da exuberante quantidade de matérias graxas existentes nos esgotos municipais e de certas indústrias.

Etanol & Metanol

O biodiesel constitui-se de uma mistura de ésteres obtidos de materiais graxos, de origem vegetal ou animal, através de uma reação química denominada de transesterificação, utilizando-se como coadjuvante, um álcool que pode ser o metanol ou o etanol.

A outra face da visão restritiva DO PROBIODIESEL, tem sido evidenciada, pela exclusividade do etanol, como agente de transesterificação, excluindo arbitrariamente o metanol do processo.

É fato bastante reconhecido, a importância do álcool etílico no mercado energético brasileiro, entretanto é oportuno que sejam esclarecidos os seguintes aspectos, a propósito das vantagens comparativas do uso do metanol na transesterificação.

- O consumo de metanol no processo de transesterificação é cerca de 45% menor que do etanol anidro.
- Para uma mesma taxa de conversão, o tempo de reação utilizando o metanol, é cerca de metade, do tempo quando se emprega o etanol.
- Considerando a mesma produção de biodiesel, o consumo de vapor na rota metílica é cerca de 20% do consumo na rota etílica, e o consumo de eletricidade é menos da metade.
- Os equipamentos de processo da planta com rota metílica é cerca de um quarto do volume dos equipamentos para a rota etílica.

Pelas considerações anteriores extrai-se que os custos do processamento utilizando-se a transesterificação com metanol, a grosso modo, é cerca de metade do custo de transesterificação empregando-se o álcool etílico. Tudo isso induz, em

favor da rota metilica, uma redução nos custos finais de biodiesel na faixa de 5 à 60%, dependendo dos preços da matéria prima.

As Feições Regionais

Um programa brasileiro de biodiesel deverá respeitar as especificidades regionais as quais possuem as seguintes feições:

Motivações e Potenciais Regionais para a Produção de Biodiesel

Regiões	Principais Motivações	Matérias Primas
Amazônia	Pequenas produções localizadas nas chamadas ilhas energéticas. Grandes produções nos dendezais	Óleos de Palmeiras Nativas, Plantios de Dendê em áreas de reflorestamentos
Pré Amazônia	Exploração dos babaçuais, através do aproveitamento integral do coco, para fins químicos e energéticos. Geração de renda através de lavouras associadas aos babaçuais (exemplos: amendoim, girassol)	Óleo de Babaçu, Óleo de Amendoim, e outros provenientes de culturas consorciadas.
Semi Árido Nordeste	Geração de ocupação e renda. Erradicação da Miséria.	Lavouras familiares de plantas oleaginosas xerófilas. Ricinocultura (mamona)
Cone Sul, Centro Sul e Centro Oeste	Melhorias das emissões veiculares nos grandes centros urbanos. Regulação nos preços do óleo de soja ora em declínio.	Soja e outras possíveis culturas temporárias.
Em todas as Regiões	Melhor aproveitamento de certos desperdícios.	Óleos residuais de frituras e de resíduos industriais (sebo, borras e outros), matérias graxas extraídas de esgotos industriais e municipais

As Grandes Motivações

Dentro de uma nova ordem das coisas brasileiras, entende -se que o plano de ações da política do futuro Governo Federal, deverá centrar-se nas seguintes grandes motivações:

Erradicação da Fome
Geração de Ocupação e Renda
Promoção de Desenvolvimento Equilibrado
Responsabilidade Social e Ambiental

Direcionando as atenções para matriz energética, especificamente para o BIODIESEL, um programa nacional de produção desse combustível deverá ser planejado contemplando os aspectos que foram anteriormente comentados, neste documento.

Em Resumo:

As equipes do NUTEC e TECBIO que trabalham com biodiesel há mais de 20 anos, associada à competente equipe do IVIG – COPPE, e vários outros parceiros importantes, são plenamente a favor de não criar -se restrições, a propósito da conceituação do processo de produção de biodiesel, dando liberdade à seleção das matérias primas e do álcool transesterificante.

Com essa liberdade, tem -se a certeza da viabilização de um programa grandioso, do tamanho de um Brasil moderno, desenvolvido em bases sustentáveis no ambiental e no social, elevando o nível de dignidade dos seres humanos.

Seção 9 PROGRAMA DE IMPULSÃO E DIFUSÃO TECNOLÓGICA DO BIODIESEL

OBJETIVOS DO PROGRAMA

Como o próprio título já sugere, esse programa, desdobrado em projetos, visa impulsionar os negócios do biodiesel no Brasil e a requerida difusão tecnológica.

Os estudos, as divulgações e as ações exemplares, constituirão os mecanismos metodológicos e táticos do Programa de Impulsão e Difusão Tecnológica do Biodiesel, capitaneado pela TECBIO – Tecnologias Bioenergéticas Ltda., sendo coadjuvada por seus diversos parceiros e apoiadores.

PARCEIROS NO PROGRAMA

O Programa de Impulsão e Difusão Tecnológica do BioDiesel, que está sendo liderado pela TECBIO – Tecnologias Bioenergéticas Ltda., conta com a participação, em parcerias, das seguintes instituições:

NUTEC – Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial

PAR-TEC – Parque Tecnológico do NUTEC

SEBRAE – CE

LCL / DEQ / UFC – Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes
da Universidade Federal do Ceará.

BANCO DO NORDESTE SA

IVIG / COPPE / UFRJ – Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais-
Coordenação dos Programas de Pós graduação de Engenharia– Universidade Federal do
Rio de Janeiro.

UFPI – Universidade Federal do Piauí

FUNDAPE - Fundação de Desenvolvimento e apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão do
Piauí.

FUNCAP - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CEPISA – Companhia Energética do Piauí SA

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales
do São Francisco e Parnaíba.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VARGINHA

AMBASP – Associação dos Municípios do Baixo Sapucaí (MG)

EMBRAPA / CNPA – Centro Nacional de Pesquisa do Algodão

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARANGUAPE

GRUPO SANTANA DE EMPRESAS AGRO-INDUSTRIAIS

PROJETOS DO PROGRAMA

O Programa está organizado em Projetos, estando, cada um deles, perfeitamente definidos e em distintos estágios de implantação.

Os objetivos e linhas de ações dos estudos e projetos serão a seguir apresentados:

Projeto PLANTA PORTÁTIL DE BIODIESEL

Consta de uma unidade para produção de biodiesel, de muito pequeno porte, facilmente transportável, tendo por finalidade demonstrar e divulgar o processo de produção de biodiesel, facilitando a difusão tecnológica.

Esta unidade possui a capacidade de produção de até 500 litros de biodiesel por 12 horas operacionais, servindo inclusive para demonstrações em feiras e grandes eventos.

Projeto PLANTA PILOTO DE FORTALEZA

Esta Planta Piloto deverá ser constituída de duas unidades de processos associados: Unidade Contínua de Extração de Óleos Vegetais e Unidade de Produção de Biodiesel.

Além dos objetivos tecnológicos que serão expostos, em detalhes, adiante, a Planta Piloto de Fortaleza deverá constituir ambiente de treinamento de gerentes de produção e operadores de unidades, além de servir de laboratório de processos e operações unitárias, para alunos de graduação de engenharia química, atendendo convênio com o Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará

Considerando que serão instaladas duas unidades de processos em etapas distintas, este projeto deverá possuir dois estágios de desenvolvimento:

Primeira Etapa - Unidade de Produção de Biodiesel

A Unidade de Biodiesel foi projetada para ter múltiplos propósitos com relação aos processos de produção de biodiesel. Ela deverá adequar-se às operações contínuas e em bateladas de qualquer matéria prima oleaginosa, adotando-se como agente de transesterificação o álcool metílico ou etílico.

A capacidade produtiva deverá situar-se na faixa entre 150 à 300 litros por hora de biodiesel, dependentemente da natureza da matéria prima oleaginosa, do agente de alcoólise (metanol ou etanol), do catalisador (hidróxido de sódio ou de potássio), e do modo operacional, contínuo ou em batelada.

A Planta Piloto de Fortaleza, tem o propósito de ser uma planta de excelência, a qual deverá possuir as serventias necessárias aos estabelecimentos de critérios relativos às padrões de identidade e qualidade de processos e produtos. Este projeto e suas ações deverão ser inseridos num esforço compartilhado a nível nacional, integrando vários centros de pesquisas, que se dedicarão às variadas especificidades regionais.

Segunda Etapa - Unidade de Extração

A Unidade de Extração deverá apropriar-se às pequenas e médias escalas de produção, com elevados rendimentos e diminutas perdas de solvente, lacuna atualmente existente no mercado, uma vez que somente são disponibilizadas grandes unidades extratoras por solvente (acima de 500 toneladas diárias de matéria prima)

Os objetivos da Planta Piloto de Fortaleza, em sua segunda etapa, são:

- Produzir biodiesel partindo-se de diversas matérias primas regionais, através da transesterificação etílica e metílica. Lotes de combustíveis serão produzidos para testes, visando as devidas e necessárias homologações.
- Desenvolver um processo de extração contínua por solvente de óleos vegetais, apropriado para as pequenas e médias escalas de produção.
- Integrar a etapa de extração com a etapa de transformação do óleo em biodiesel, isto é, transesterificando em micela, processo já desenvolvido pela equipe em laboratório e em bancada, conforme patente requerida e homologada sob o número PI – 8007957 do INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial.

Projeto PLANTA PILOTO DE TERESINA

A Planta de Teresina advém de um convênio firmado entre a UFPI – Universidade Federal do Piauí, CEPISA – Companhia Energética do Piauí e o NUTEC – Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial, recebendo o apoio da Prefeitura Municipal de Teresina e da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. As atividades agrícolas estão sendo orientadas pela EMBRAPA de Teresina. A CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba, interessada neste projeto, aderiu ao mesmo, constituindo um importante parceiro.

O objetivo desta planta é a produção de biodiesel obtido de óleo de mamona, cujos grãos deverão ser oriundos dos plantios experimentais por famílias de agricultores, empregando clones de elevadas produtividades.

O abastecimento de matéria prima para a produção de biodiesel (1000 litros / 8 horas) terá por base a mamona produzida nos assentamentos familiares

experimentais e outras ofertas previstas. Este produto deverá ser misturado com o óleo diesel mineral na proporção 20:80 (biodiesel : diesel mineral), resultando a disponibilização de 5.000 litros diários de ecodiesel, para diversas modalidades programadas de consumo, onde se inclui a geração de eletricidade, além do abastecimento de vários veículos de frotas cativas das instituições parceiras.

Objetiva-se demonstrar a viabilidade técnica, econômica e social do sistema de produção de biodiesel de mamona, para fins de difusão no Nordeste semi árido.

Projeto COMPLEXO OLEOQUÍMICO DE VARGINHA

Implantação de complexo industrial oleoquímico, em escala comercial, constituído das seguintes unidades:

Unidade de Extração Mecânica de Óleos Vegetais
Unidade de Extração de Óleos Vegetais por Solvente
Unidade de Produção de Biodiesel
Unidade de Produção de Eco Lubrificantes
Unidade de Misturação Biodiesel / Diesel Mineral
Posto de Abastecimento de BioCombustíveis

O Complexo Oleoquímico será implantado em etapas, devendo produzir os seguintes produtos e subprodutos:

Óleos Vegetais
Tortas e Farelos
Biodiesel (20.000 litros/dia)
Glicerina Destilada
Ecodiesel B – 5
EcoDiesel B – 20
EcoLubrificantes

O Complexo Oleoquímico de Varginha deverá ser abastecido das seguintes matérias primas:

Mamona
Óleos Residuais
Sebo
Outros Óleos Disponíveis
Óleo Lubrificante Reciclado
Glicerina Bruta
(de outras unidades de biodiesel)

Projeto PLANTA PILOTO DA AMAZÔNIA

Esta Planta deverá dedicar-se às oleaginosas da Amazônia, onde se incluirá, além do dendê, as inúmeras oleaginosas nativas. Deverá ser uma planta polivalente, com auto suficiência energética, cujos conceitos deverão basear-se na segurança e simplicidade operacional. O sistema deverá ser montado numa embarcação do tipo chata, conferindo-lhe o carácter itinerante.

O sistema deverá possuir uma unidade de destilação para permitir o fracionamento dos ésteres metílicos ou etílicos, obtendo-se querosene vegetal para fins iluminantes.

Para permitir o acoplamento numa chata e facilitar o seu transporte, o sistema deverá ser compacto e conteinizado.

A Planta Piloto da Amazônia, dentro de sua conceituação, deverá ter os seguintes objetivos e finalidades:

- Extrair óleos de espécies vegetais da Amazônia, transformando-os em óleos comestíveis, biodiesel e querosene de iluminação (quando possível). Produzir farelo para rações de animais.
- Produzir óleos comestíveis para estudos e avaliações nutricionais.
- Produzir farelo para estudos e avaliações nutricionais como componente de rações de animais.
- Produzir quantidades de biodiesel necessárias e suficientes para os testes e ensaios visando homologação na utilização.
- Demonstrar a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental do sistema e seus produtos, nas chamadas ilhas energéticas da Amazônia.

Projeto TRANSESTERIFICAÇÃO SUPER CRÍTICA

Este projeto deverá ser realizado através de uma parceria TECBIO/UFC/COPPE, conforme já combinado. Um convênio específico deverá ser firmado entre as instituições de modo a permitir o estabelecimento da metodologia, orçamentação e limites de interesses e responsabilidades.

Em princípio, a COPPE, no seu laboratório de catálise, deverá realizar os estudos cinéticos da reação de transesterificação em condições super críticas, utilizando-se de vários óleos vegetais como matéria prima, e o metanol e o etanol como agente de alcoólise. Com base nos estudos cinéticos, o NUTEC deverá projetar e fabricar uma unidade de bancada para transesterificação contínua em condições super críticas. Entende-se como condições super críticas, a condução da reação em níveis de pressão e temperatura além da pressão crítica e da temperatura crítica do agente de alcoólise (metanol ou etanol)

O objetivo deste projeto deverá ser o domínio de tecnologia avançada de produção de biodiesel, apropriada para produzir biodiesel com elevados rendimentos e sem catalisador.

Projeto MERCADOLOGIA DE PRODUTOS OLEOQUÍMICOS

A implantação responsável de um programa de produção de biodiesel de grandes dimensões requer o conhecimento aprofundado do mercado dos produtos oleoquímicos, uma vez que tais produtos são competidores.

Uma gama enorme de produtos químicos industriais são produzidos a partir dos óleos vegetais. O óleo de mamona, o óleo de dendê e os óleos laurídicos são considerados os mais importantes no setor químico, e são justamente aqueles que se cogita transformar em biodiesel nas regiões norte e nordeste. Desta forma, o programa de produção extensiva de biodiesel nestas regiões deve levar em conta o atendimento do mercado químico, de forma compartilhada, de modo a resultar preços exequíveis para tais matérias primas, quando direcionadas para o universo energético.

Projeto NOVOS PRODUTOS GLICEROQUÍMICOS

Sabe-se que para cada 100 litros de biodiesel produzido, resultam cerca de 10 kg de glicerina bruta ou 9 kg de glicerol. Com estes números, é de se esperar que a produção extensiva de biodiesel deverá gerar enormes excedentes de glicerol em todo o mundo. Tais volumes de glicerina jamais serão absorvidos pelo mercado tradicional, necessitando gerar novos mercados para tal matéria prima industrial.

Este projeto visa não somente identificar novos produtos que possam utilizar o glicerol ou a glicerina bruta como matéria prima, mas também, se for o caso, desenvolver novos processos de aplicação.