



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO**  
**PRO-REITORIA ACADÊMICA – PRAC**  
**COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS AMBIENTAIS**

**GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO ATRAVÉS DA  
TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS  
RESIDUAIS**

Aluno: Gustavo Henrique Raposo de Macêdo

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Eliane Cardoso de Vasconcelos

Co-Orientador Prof. Dr. Valdemir Alexandre dos Santos

Recife – PE

2011

**Gustavo Henrique Raposo de Macêdo**

**GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO ATRAVÉS DA  
TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS  
RESIDUAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Desenvolvimento de Processos Ambientais Universidade Católica de Pernambuco como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em **Desenvolvimento em Processos Ambientais**.

Linha de Pesquisa: Informática, Modelagem e Otimização de Processos.

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Eliane Cardoso de Vasconcelos

Co-orientador: Prof. Dr. Valdemir Alexandre dos Santos

**RECIFE**

**2011**

M141g

Macedo, Gustavo Henrique R. de  
Geração de créditos de carbono através da  
transesterificação de óleos e gorduras residuais / Gustavo  
Henrique R. de Macedo ; orientador Eliane Cardoso de  
Vasconcelos, 2011 .  
92 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de  
Pernambuco. Pró-reitoria Acadêmica. Coordenação Geral  
de Pós-graduação. Mestrado em Desenvolvimento de  
Processos Ambientais, 2011 .

1. Biotecnologia. 2. Biodiesel. 3. Transesterificação.  
4. Créditos de carbono. I. Título.

CDU 574.6

**Geração de créditos de carbono através da transesterificação de óleos e gorduras residuais.**

**Gustavo Henrique Raposo de Macêdo**

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eliane Cardoso de Vasconcelos (Orientadora)  
Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), Recife-PE

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ana Rita Fraga Drummond  
Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), Recife-PE

---

Prof. Dr. Sérgio Murilo Maciel Fernandes  
Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP, Recife-PE

Coordenadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Alexandra Salgueiro Amorim  
Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP, Recife-PE

**DEDICATÓRIA**

A Deus

À minha esposa Lúcia Paula

Aos meus pais que sempre acreditaram em mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida; a minha família pela paciência, compreensão e incentivo.

Aos meus pais, Darlon Rubem de Melo Macêdo (*em memória*) e Elaine Raposo de Melo Macêdo.

A minha esposa Lúcia Paula Martins Prado de Macêdo pelo amor e dedicação.

Ao amigo Luis Augusto de Lyra Guimarães pela companhia, colaboração e incentivo.

As Bibliotecárias Cristiane Alberto F. Gonçalves e Ana Cristina Moreira de Figueiredo pela orientação, planejamento e normalização deste trabalho.

Aos meus orientadores, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eliane Cardoso de Vasconcelos e o Prof. Dr. Valdemir Alexandre dos Santos, que tiveram papéis fundamentais no desenvolvimento deste trabalho, me apoiando e me incentivando na elaboração do mesmo.

Pela colaboração da Química a Sr<sup>a</sup>. Elaine Pimentel de Andrade tanto nos ensaios quanto nos estudos e planejamentos desta pesquisa.

Ao corpo docente deste mestrado; que continua se esforçando para elevar o nível do mesmo; em especial a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alexandra Salgueiro Amorim que me orientou e me incentivou nas pesquisas e nos intercâmbios entre a UNICAP e a USP.

Ao Reitor da Universidade Católica de Pernambuco, prof. Dr. Pe. Pedro Rubens Ferreira Oliveira, S. J. pelo acesso e utilização das instalações do Núcleo de Pesquisas em Ciências Ambientais – NPCIAMB.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| AGRADECIMENTOS. ....  | vi  |
| SUMÁRIO. ....   | vii |
| LISTA DE FIGURAS .....  | ix  |
| LISTA DE TABELAS .....  | x   |
| RESUMO. ....  | xi  |
| ABSTRACT. ....  | xii |
| CAPÍTULO 1. ....  | 13  |
| INTRODUÇÃO .....  | 14  |
| 1.1 Objetivos .....   | 17  |
| 1.1.1 – Objetivo Geral .....  | 17  |
| 1.1.2 – Objetivos Específicos .....   | 17  |
| REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....   | 18  |
| 1.2 – Normas e Regulamentações .....  | 18  |
| 1.2.1 Protocolo de Kyoto .....  | 18  |
| 1.2.1.1 História .....  | 19  |
| 1.2.2 - MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo .....                          | 21  |
| 1.2.3 - Mercado de Crédito de Carbono .....                                     | 22  |
| 1.2.4 - RCE - Certificação de Redução de Emissão (CERs) .....                   | 24  |
| 1.2.4.1 - Concepção e Estruturação do Projeto MDL .....                         | 26  |
| 1.2.4.2 - Validação e Registro do Documento de Concepção do Projeto (DCP) ..... | 27  |
| 1.2.4.3 – Aprovação pela Autoridade Nacional Designada (AND) .....              | 27  |
| 1.2.4.4 – Monitoramento, Verificação e Certificação .....                       | 28  |
| 1.2.4.5 – Emissão das RCEs .....  | 29  |
| 1.2.5 – As fontes de Energia .....  | 31  |
| 1.2.5.1 - Energias Não Renováveis .....   | 32  |
| 1.2.5.1.1 - Carvão Mineral .....  | 32  |
| 1.2.5.1.2 - Gás Natural .....   | 33  |
| 1.2.5.1.3 - Petróleo .....  | 34  |
| 1.2.5.2 - Energias Renováveis .....   | 42  |
| 1.2.5.2.1 - Biodiesel .....   | 42  |
| 1.2.6 – Transesterificação do Óleo de Fritura .....                             | 44  |
| 1.3 – Os Problemas Sócio-Ambientais .....                                       | 49  |
| VIABILIDADE ECONÔMICA .....   | 51  |
| 1.4.1 – Cálculos do Preço do Biodiesel .....                                    | 52  |
| 1.4.2 – O Cenário Nacional .....  | 55  |
| CENÁRIO ECONÔMICO MUNDIAL .....   | 57  |

|   |    |
|---|----|
| 1.5.1 – A Carga Tributária brasileira .....   | 62 |
| 1.5.2 – O Tratamento Tributário no Brasil.....  | 64 |
| 1.5.2.1 – PIS / COFINS / CSSL .....   | 64 |
| 1.5.2.2 – ISS / ISSQN / IOF .....   | 65 |
| ANEXO .....   | 66 |
| REFERÊNCIAS .....   | 69 |
| CAPÍTULO 2. ....  | 75 |
| Artigo – Análise da Viabilidade Econômica do Processo de Produção de biodiesel<br>Utilizando Óleo Residual de Fritura na geração de Créditos de Carbono ..... | 76 |
| RESUMO .....  | 77 |
| ABSTRACT .....  | 78 |
| INTRODUÇÃO .....  | 79 |
| Material e Métodos .....  | 80 |
| 2.1 Análise Econômica .....   | 81 |
| 2.2 Custos Operacionais .....   | 84 |
| 2.3 Créditos de Carbono na Produção de Biodiesel .....  | 85 |
| Resultado e Discussão .....   | 89 |
| Conclusões.....   | 91 |
| Referências .....   | 93 |



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1 - Etapas de Concepção do Projeto MDL para gerar CER's .....  | 25 |
| Figura 1.2 - Etapas de Submissão de um projeto MDL e a Relação Valor X Risco de compra da CERs. ....  | 30 |
| Figura 1.3 - Oferta Mundial de Energia .....  | 32 |
| Figura 1.4 - Derivados do Petróleo .....  | 36 |
| Figura 1.5 - Oferta Nacional de Energia .....   | 37 |
| Figura 1.6 - Evolução da Estrutura da Demanda de Combustíveis Líquidos no Brasil (%) .....  | 37 |
| Figura 1.7 - Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural – Dez 2010 SDP .....   | 39 |
| Figura 1.8 - A Descoberta das Camadas do Pré-sal .....  | 40 |
| Figura 1.9 - Esquema sobre as diferenças moleculares entre óleos vegetais puros e óleo diesel .....   | 43 |
| Figura 1.10 - Reação de transesterificação, onde R representa as cadeias carbônicas dos ácidos graxos, e R' representa o tipo de álcool utilizado ..... | 44 |
| Figura 1.11 - Fluxograma de um processo de produção de biodiesel por transesterificação ...   | 45 |
| Figura 1.12 - Produção de biodiesel através da transesterificação de óleo de Fritura.....   | 47 |
| Figura 1.13 - Preço Internacional do barril de petróleo – eventos .....   | 48 |
| Figura 1.14 - Prospecção de produção nacional do biodiesel .....  | 49 |
| Figura 1.15 – Preço da Soja, no mercado dos commodities – Chicago, 2007. ....   | 53 |
| Figura 1.16 - Variação do preço do Álcool, São Paulo 2007 .....   | 54 |
| Figura 1.17 - Índice de variação da bolsa Dow Jones de 2007 a 2011 .....  | 59 |
| Figura 1.18 - Índice de variação da bolsa BOVESPA de 2007 a 2011.....   | 60 |
| Figura 1.19 - Comparativo entre as bolsas: Bovespa, Dow Jones e Nasdaq de 2007 a 2011 .   | 60 |
| Figura 1.20 - Panorama Mundial em Bilhões de US\$ mercado de Créditos de Carbono .....  | 61 |
| Figura 1.21 - Variação de preço do valor de um crédito de Carbono, CXX .....  | 62 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1.1 – Quadro Síntese das Conferências das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas ..... | 20 |
| Tabela 1.2 – Produção, reservas e distribuição de gás natural .....  | 34 |
| Tabela 1.3 – Propriedades físicas e químicas dos óleos vegetais puros .....  | 43 |
| Tabela 1.4 – Matéria-prima usada para o biodiesel B100 .....   | 56 |
| Tabela 1.5 – Tributação Federal na Matriz de Combustíveis .....  | 64 |
| Tabela 2.1 – Custos de Produção .....  | 83 |
| Tabela 2.2 – Índice de custo-benefício do biodiesel como os insumos graxos escolhidos.....                             | 83 |
| Tabela 2.3 – Custos do Biodiesel Considerando receita do Carbono .....   | 84 |
| Tabela 2.4 – Itens de Custo/Receitas de Produção de biodiesel, Produtos (US\$/t) .....                                 | 84 |
| Tabela 2.5 – Custos Variáveis da produção de Biodiesel (US\$/t) .....  | 85 |

## RESUMO

A preocupação com o meio ambiente, atrelada ao crescimento econômico torna cada vez mais competitivo o desafio energético no mundo. É neste panorama que o óleo de fritura usado, bem como as demais oleaginosas, começa a aparecer como forte fonte de geração de biodiesel no setor da produção nacional. A produção de um biocombustível a partir deste resíduo trás inúmeros benefícios para a sociedade, com significativa diminuição de problemas relacionados ao seu descarte. Com a implantação deste combustível na matriz energética brasileira resultará em um impacto ambiental positivo porque, além de dar um destino adequado aos óleos residuais, sua utilização na frota de veículos reduzirá drasticamente a emissão de gases poluentes, como o dióxido de carbono, responsável pelo efeito estufa, além de eliminar completamente o enxofre, um dos principais vilões da chuva ácida. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi estudar a viabilidade da produção de biodiesel através da transesterificação de óleo de fritura usado na geração de créditos de carbono. A metodologia utilizada para avaliar a viabilidade econômica do processo foi a de custo nivelado de combustível, elaborada utilizando-se o Índice de Custo – Benefício (ICB), onde foi possível avaliar a sensibilidade à variação de parâmetros centrais (investimento e custeio da operação). Utilizou-se a planilha eletrônica Excel da Microsoft® que serviu de base para a plataforma de cálculos do processo e dos resultados em créditos de carbono. O estudo mostrou a viabilidade do processo de produção de biodiesel, onde a grande vantagem é no setor ambiental, pois a redução das emissões de material particulado e de enxofre na atmosfera, trás benefícios a saúde pública e divisas ao país através da geração de créditos de carbono.

**Palavras-chave:** Biodiesel - Transesterificação - Viabilidade econômica, - Créditos de carbono, MDL, óleo de fritura residual.

## ABSTRACT

Concern for the environment, linked to economic growth becomes increasingly competitive energy challenge in the world. It is this backdrop that the used frying oil and other oil begin to appear as a strong source of biodiesel in the generation sector of the national production. The production of biofuel from waste this brings many benefits to society, with significant reduction of problems related to disposal. With the implementation of this fuel in the Brazilian energy matrix will result in a positive environmental impact because, in addition to providing a suitable target for waste oil, its use in fleet vehicles will drastically reduce the emission of greenhouse gases such as carbon dioxide, responsible for the effect emissions, and completely eliminate the sulfur, one of the worst culprits of acid rain. In this sense, the objective of this work was to study the feasibility of producing biodiesel by transesterification of used frying oil in the generation of carbon credits. The methodology used to assess the economic viability of the process was the cost of fuel level, prepared using the Cost Index - Benefit (ICB), where it was possible to assess the sensitivity to variations in key parameters (investment and operation cost) . We used the spreadsheet Microsoft Excel ® that formed the basis for calculations of the platform of the process and results in carbon credits. The study showed the feasibility of biodiesel production process, where the great advantage is in the environmental sector, for reducing emissions of particulate matter and sulfur in the atmosphere, brings benefits to public health and the foreign country through the generation of credits carbon.

**Keywords:** – Biodiesel – Transesterification – Economic viability,  
– Carbon credits, CDM, waste frying oil.

## **CAPÍTULO 1**



# INTRODUÇÃO

---

A humanidade vem sofrendo drasticamente com a evolução tecnológica e mais precisamente com as mudanças dos costumes da vida moderna. Para que se permita a crescente evolução, a humanidade ataca de forma devastadora os recursos naturais para satisfazer suas necessidades, necessidades essas que destroem tudo e todos provocando as alterações climáticas, hidrológicas, geológicas, atmosféricas, ambientais e que atingem inclusive o objetivo inicial que é a própria economia.

Os ciclos de vida são criados e disseminados em menores intervalos de tempo. O consumo desenfreado incentivado pelo capitalismo que se apresenta na forma de que tudo é descartável e de que nada se compara ao novo cria na mentalidade e na cultura da sociedade raízes que reforçam a necessidade de se consumir mais e mais.

Os números alertam e mapeiam quantificando o quanto se desperdiça e o quanto se consome numa família de classe média. No Brasil apenas 2/3 (dois terços) é realmente consumido enquanto 1/3 (um terço) é jogado fora (VIDA E SAÚDE, 2009).

Aproximadamente 64% do que se planta no Brasil é perdido ao longo da cadeia produtiva: 20% na colheita, 8% no transporte e armazenamento, 15% na indústria de processamento, 1% no varejo e 20% no processamento culinário e hábitos alimentares (CADERNO TEMÁTICO, 2003).

Partindo-se deste cenário e amparado na evolução histórica da exploração das reservas petrolíferas no início do século passado, vimos o mundo conviver com duas guerras mundiais, além de outros diversos conflitos regionais e guerras civis.

Segundo Hobsbawn (1994), o século XX pode ser dividido em três eras: a primeira foi a era das catástrofes, período este que engloba as duas grandes guerras; logo após, nos anos 50 e 60, a chamada “era dourada”, caracterizada pela Guerra Fria, que mantinha o equilíbrio mundial dividido entre dois sistemas, capitalista e comunista.

Finalmente, chegamos ao período de “desmoronamento”, caracterizado pelo declínio das instituições em vigor e que culminou com a queda da antiga União Soviética.

Mais recentemente, o mundo assistiu perplexo ao crescimento avassalador da chamada intolerância religiosa, simbolizada pelo fundamentalismo islâmico, com seus homens bomba e toda sorte de atos radicais baseados em uma interpretação estrita dos ensinamentos contidos no Alcorão (HOBBSAWN, 1994).

Esta sistemática chegou ao apogeu nos ataques de 11 de setembro de 2001, após o qual uma nova guerra foi lançada pela potência dominante, contra um inimigo que não possui nacionalidade nem rosto, *o terrorismo*.

Por trás dessas atrocidades cometidas contra as civilizações islâmicas denominada “guerra santa” o verdadeiro interesse está na tão conhecida fonte de energia fóssil, o petróleo.

O petróleo, fonte de quase todos os tipos de combustíveis e derivados já dá indícios de que suas fontes estão chegando ao fim. Estudos mostram que o pico da produção do mesmo já tenha sido alcançada. Caso a produção de petróleo venha a atingir seu ápice nos próximos cinco anos isso acarretará uma mudança drástica no estilo industrial mundial (RIFKIN, 2003).

Neste cenário aparece com grande expectativa o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a utilização de fontes renováveis de energia, como as provenientes da biomassa, da força das ondas, a energia solar, eólica, a célula de hidrogênio entre outras os biocombustíveis.

Dentre as fontes em ascensão o biodiesel é o que mais tem tido destaque no cenário nacional. Nos últimos anos a produção do mesmo vem sendo duplicada a cada ano e hoje é sem sombra de dúvidas o combustível que mais tem recebido apoio e incentivo por parte do governo federal brasileiro (ANP, 2011).

O biodiesel é um combustível produzido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais e um álcool (metanol ou etanol), na presença de um catalisador ácido ou básico, processo chamado de transesterificação, sendo uma excelente alternativa para substituição do óleo diesel (FERRARI, 2005).

Assim, o reaproveitamento de resíduos gerados na indústria alimentícia para produção de biodiesel em função do crescimento da população consumidora, é uma possibilidade de incremento da produção e da conscientização sobre a importância

da preservação ambiental, tendo em vista a grande necessidade de buscar alternativas energéticas limpas como forma de contribuir para um desenvolvimento sustentável menos poluente (COSTA NETO, 2000).

É o que se pretende ao desenvolver um estudo de caráter exploratório juntamente com a produção de biodiesel através dos óleos e gorduras residuais, cujos fins são a obtenção de créditos de carbono como uma forma de incentivar esse reutilização orgânica a fim de minimizar os males causados pelo homem à natureza.



## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 Geral

Avaliar a geração de créditos de carbono a partir da produção de biodiesel, obtido através da transesterificação de óleos de frituras residuais.

### 1.1.2 Específicos

- Avaliar as estratégias e as regras que foram estabelecidas pela ONU (Organização das Nações Unidas) e que se baseiam no Protocolo de Kyoto;
- Analisar a viabilidade econômica da produção e uso do biodiesel através da transesterificação de OFU (Óleo de Fritura Usado);
- Utilizar a análise de viabilidade econômica do processo de produção de biodiesel para avaliar quantitativamente a comercialização de créditos de carbono;
- Realizar uma análise de sensibilidade a variação de parâmetros relacionados ao investimento e custo do processo.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

## 1.2 Normas e Regulamentações

Há pouco mais de duas décadas quase nada se tinha em termos de norma ou regulamentação para a preservação do meio ambiente no que diz respeito ao controle dos níveis de poluição atmosférica contra os gases de efeito estufa (GEE'S). Apenas em 1992 com a Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC, 2011) onde foram levantados os níveis de poluição de vários países e as principais metas de redução de emissão dos gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O HFC<sub>s</sub> e etc.) e que só tiveram maior representatividade a partir de 1997 com a assinatura do Protocolo de Kyoto (Japão) onde se estabeleceu limites e regras para a emissão dos referidos gases com base nos níveis de 1990.

### 1.2.1 Protocolo de Kyoto

O protocolo de Kyoto é considerado como um dos tratados mais complexos já negociados e sua essência residem em vincular o cumprimento das metas de emissão dos países desenvolvidos, através das obrigatoriedades legais no período de 2008 a 2012 (YAMIN, 2006).

Mesmo muito longe de ser tornar uma lei internacional, ele representa um mecanismo de suavizar os impactos ambientais frente às emissões atmosféricas, as quais não apresentam limites nem fronteiras.

Por isso nem sempre as nações mais prejudicadas com as mudanças climáticas serão as responsáveis pelas mesmas.

### **1.2.1.1 História**

A década de 90 colocou em evidência os problemas relacionados ao clima e os dados obtidos dos estudos, comprovaram as evidências de que tal mudança iria comprometer a sobrevivência dos ecossistemas. Nesse período a comunidade científico-civil impulsionou a consciência ambiental, e na maioria dos países foi aceito o fato de que era necessário que se pagasse um preço pela qualidade de vida e manter limpo o ambiente passou a ser uma meta geral.

O termo *qualidade ambiental* passou a fazer parte do cotidiano das pessoas e logo as empresas e órgãos públicos passaram a se preocupar com a racionalização do uso de energia e de matérias primas (água, combustível e outros), além de um maior esforço à reciclagem e reutilização diminuindo o desperdício (MOURA, 2002).

A partir desta conscientização é que em 1988 em Toronto (Canadá) durante uma conferência a *Conference on the Changing Atmosphere*, foi criado o Painel Intergovernamental de Mudança Climática (International Panel on Climate Change – IPCC) e em 1990 é divulgado o primeiro relatório sobre a poluição atmosférica frente aos gases de efeito estufa. Ainda em 1990 foi criado um comitê Intergovernamental de Negociação na ONU.

Em 1992 aconteceu no Brasil, Rio de Janeiro, a ECO 92 uma conferência das Nações Unidas a fim de estabelecer novas regras e metas de redução dos gases. Só em 1995 é que um primeiro mandato foi estabelecido em Berlim (Alemanha) onde a COP (Conferência da Partes) adotou várias decisões, como pode ser observado na Tabela 1.1.

Porém, foi exatamente em 1997 no Japão, na terceira sessão das Nações Unidas que foi criado o Protocolo de Kyoto onde definiria todas as metas de redução de emissão dos GEEs dos países desenvolvidos para as primeiras décadas do século XXI (SEIFFERT, 2009).

Tabela 1.1 – Quadro Síntese das Conferências das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas

| ANO  | LOCAL                    | DESDOBRAMENTOS   |
|------|--------------------------|--|
| 1995 | Berlim (Alemanha)        | Visou o estabelecimento de metas mais amplas do que apenas a estabilização dos GEE. Foi estabelecido o grupo <i>Ad Hoc</i> do Mandato de Berlim. O IPCC finalizou o 2º relatório de Avaliação.   |
| 1996 | Genebra (Suíça)          | Foi apresentado o 2º relatório de Avaliação realizado pelo IPCC – Instrumento de grande importância nas negociações.   |
| 1997 | Quioto (Japão)           | Foi estabelecido o Protocolo de Quioto: as nações industrializadas (Anexo 1) se comprometeram a reduzir suas emissões de GEE em 5,2 % em relação às emissões de 1990, no período entre 2008 e 2012. Para facilitar as reduções foram estabelecidos três mecanismos: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), Comércio de Emissões e Implementação Conjunta.   |
| 1998 | Buenos Aires (Argentina) | Estabeleceu o Plano de Ação de Buenos Aires – que teve por objetivo criar um cronograma para o acordo a cerca das regras operacionais do Protocolo de Kvoto.   |
| 1999 | Bonn (Alemanha)          | Estabeleceu um agressivo cronograma para completar o trabalho do PK. Determinaram os passos para o próximo ano (2000) ajustando ao plano de Ação de Buenos Aires.  |
| 2000 | Haia (Holanda)           | Não conseguiu chegar as decisões acerca dos temas presentes no Plano de Ação de Buenos Aires. Portanto, foi convocada nova Conferência em Bonn (Alemanha), conhecida como COP 6,5. Teve forte teor político. Resultou nos Acordos de Bonn, que finalizaram elementos expressos no Plano de Ação de Buenos Aires, como capacitação, transferência de tecnologia, medidas de adaptação aos efeitos de mudança do clima e mecanismo financeiro. |
| 2001 | Marrakesh (Marrocos)     | O IPCC finalizou o 3º Relatório de Avaliação. Foram finalizadas as negociações dos itens pendentes do Plano de Ação de Buenos Aires. “Acordo de Marrakesh” – estabeleceram as regras operacionais necessárias a ratificação do protocolo. Decisões referente aos mecanismos de flexibilização, inclusive, o imediato início dos projetos de MDL.   |
| 2002 | Nova Delhi (Índia)       | A tarefa principal foi por em prática o Acordo de Marrakesh. “Declaração de Delhi” – acordo sobre disposições e procedimentos para MDL. Durante a COP 8 se insistiu continuar as negociações da RIO + 10 sobre energias renováveis, clima, biodiversidade e desertificação.  |
| 2003 | Milão (Itália)           | Foi proposto fazer um inventário de tecnologias existentes. Discutiram mecanismos de mercado e alianças entre o setor público e privado. As organizações de populações indígenas pediram maior participação.   |
| 2004 | Buenos Aires (Argentina) | Esta COP foi marcada pela ratificação Russa, o que fará com que o Protocolo de Quioto entre em vigor em 16 de fevereiro de 2005. As questões básicas discutidas foram: Projetos de pequena escala, Adaptação (recursos para países pobres) e Próximo período de compromissos.  |
| 2005 |                          | O Protocolo de Kyoto entra em vigor (16 de fevereiro). O COP11 ou MOP1 em Montreal (Canadá).   |

FONTE: Adaptado de <[HTTP://www.ambiente.sp.gov.br/proclima/linha\\_tempo/linha\\_tempo.asp](http://www.ambiente.sp.gov.br/proclima/linha_tempo/linha_tempo.asp)>

Em fevereiro de 2005, ocorreu a ratificação do protocolo pelo Brasil e em fevereiro desse mesmo ano o presidente da antiga União Soviética (Rússia),

Vladimir Puttin, finalmente ratifica o protocolo, após uma longa espera de quase oito anos desde a sua assinatura em 1997 por mais de 180 países. Os países signatários do protocolo estarão sujeitos a punições se não cumprirem as metas de redução de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) estabelecidas.

### **1.2.2 MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**

O Brasil insere-se oficialmente nessa questão criando um marco regulatório do biodiesel. O país possui uma grande vantagem comparativa em relação aos países que já produzem biodiesel, que é a biodiversidade.

Além da vasta biodiversidade, em forma de plantas oleaginosas, uma outra vantagem para a produção de biodiesel, surgiu mais um forte aliado para a sua produção que foi o Protocolo de Kyoto (KYOTO, 1997), com a preocupação do aquecimento global o protocolo em questão definiu para os signatários países algumas metas e, dentre elas a de redução da emissão dos gases de efeito estufa (GEE) baseados em projetos de desenvolvimento limpo os chamados MDL.

De acordo com Ribeiro, M. (2005):

“O mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) foi instituído com o objetivo principal de auxiliar os países em desenvolvimento na implantação de tecnologias de recuperação e preservação ambiental e de ajudar os países desenvolvidos a cumprir suas metas de redução de emissões. Assim, imputa-se aos maiores poluidores um encargo por comportamento agressivo ao meio ecológico, mas de custo inferior ao que teriam que incorrer para ajustar seu próprio processo operacional a condições adequadas sob o ponto de vista das emissões permitidas. Ele pode ser utilizado para atividades de redução e remoção de GEEs que envolvam o uso da terra, mudança no uso da terra e florestas, limitadas, porém ao florestamento e ao reflorestamento.”

Para os países que não conseguissem alcançar tais metas poderiam comprar os créditos dos países em desenvolvimento e que tivesse projetos aprovados na ONU (Organização das Nações Unidas). Essa *compra* é o que se pode chamar de mercado de créditos de carbono. Apesar de numa primeira análise o mercado de créditos ser classificado como *a permissão de poluir o meio ambiente*, vemos mais adiante as vantagens do mesmo. Pois esse mercado faz com que as empresas tenham uma maior flexibilização no cumprimento das metas ambientais

estabelecidas pela legislação vigente e outra vantagem é que, com a sua utilização, o poder público ficaria apenas com a incumbência de monitorar e penalizar os infratores; enquanto que a escolha dos maiores meios de se atingir as metas fiquem a cargo das empresas numa busca de melhor relação de custo/benefício (ROCHA, 2003).

### **1.2.3 Mercado de Crédito de Carbono**

A crescente evolução tecnológica e industrial vem provocando um elevado consumo de energias das mais variadas fontes. A utilização dos combustíveis de origem fóssil tem provocado irreparáveis danos ao aquecimento global com o aumento dos GEE'S (Gases de Efeito Estufa) que de acordo com os dados fornecidos pela organização mundial de saúde (OMS) e com a assinatura do Protocolo de Kyoto em 1997, que determina que seus signatários países desenvolvidos, reduzam em 5,2% a emissão dos mesmos gases relativos ao que emitiam em 1990 entre 2008 e 2012 deu-se o surgimento do mercado de *créditos de carbono* (KYOTO, 1997).

O mercado de créditos de carbono, nada mais é que um comércio dos certificados emitidos pela ONU para os projetos que forem aprovados com a certificação de redução de emissão dos gases de efeito estufa. Ou seja, são títulos que serão passíveis de comercialização e negociações e segundo definições, os "créditos de carbono" podem se classificar como bens incorpóreos ("são direitos das pessoas sobre as coisas, sobre o produto do seu intelecto, ou em relação à outra pessoa, com valor econômico: direitos autorais, créditos e invenções" – BOVESPA) imateriais ou intangíveis tendo em vista que não tenha natureza física, mas são reconhecidos pela ordem jurídica, tendo valor econômico para o homem (MELO, 2002).

Pode-se dizer que o mercado de carbono é um mercado de derivativos, na qual a formação dos preços deriva dos preços do mercado à vista. (FORTUNA, 1997).

Adicionalmente foi instituído pelo Protocolo de Kyoto o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) que nasceu de uma proposta brasileira à Convenção, Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) e, que proporciona uma alternativa às nações incluídas no Anexo I da Convenção-Quadro que não

tenham condições de promover a necessária redução de gases em seu território.

O comércio de carbono é baseado em projetos de sequestro ou mitigações de CO<sub>2</sub>. No Brasil o (MDIC) Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio lançaram ao mercado brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). O mesmo foi criado em 2005 com o intuito de profissionalizar as negociações dos créditos (ANP, 2009). Dessa forma, a geração de créditos de carbono tornou-se um parâmetro importante em todos os processos que envolvem o consumo e a geração de energia.

Começaram a surgir fundos de investimento, assim como bolsas de valores mobiliárias especialmente criadas para a comercialização dos RCEs (certificados emitidos pela ONU aos projetos submetidos à certificação de redução de emissão). Atualmente, algumas empresas não aguardam até o final do processo para comercializar os créditos, isto pode ser comprovado pelas negociações realizadas na Chicago Climate Exchange (CCX), pois muitas vezes as empresas transacionam os créditos antes da aprovação (emissão do certificado) com o intuito de financiar o próprio projeto, similar às operações de grãos e gado realizadas na Bolsa de Futuros (BM&F). De acordo com o Ministério da Ciência e Tecnologia, havia no Brasil cerca de 111 projetos aprovados em fevereiro de 2007, o que representa um número expressivo para o estágio das negociações.

Atualmente, existem algumas bolsas que comercializam os créditos de carbono (POINT CARBON, 2008):

- CCX – Bolsa do Clima de Chicago;
- CCFE – Chicago Climate Exchange Futures – Subsidiária da CCX;
- ECX – Bolsa do Clima da Europa;
- NordPoll (Oslo);
- EXAA – Bolsa de Energia da Áustria;
- BM&F – Bolsa de Mercadorias e Fundos – Até o presente momento está apenas operando nos leilões dos créditos de Carbono.
- Bluenext, antiga Powernext (Paris), bolsa formada no fim de 2007 pela bolsa de valores internacionais NYSE Euronext juntamente ao banco público Francês Caisse des Depots após a compra das atividades de carbono da Powernext.

Dados comprovam a viabilidade econômica da iniciativa e de acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e biocombustíveis (ANP), uma produção de 348 mil toneladas de biodiesel produzido através da mamona geram uma economia de 870 mil toneladas de CO<sub>2</sub> podendo ser comercializada por US\$ 8 milhões (PROTEFER, 2009).

Com a geração de biodiesel através da transesterificação do óleo residual de fritura pode-se obter mais créditos ainda, uma vez que, além de se produzir o biodiesel através de fontes renováveis (redução de CO e CO<sub>2</sub>), pela utilização desse tipo de matéria prima, a qual é uma fonte reutilizada, geram-se novamente créditos de carbono por não se estocar esses resíduos, uma vez que teriam como destino final os rios e lagos ou até mesmo o esgoto sanitário.

Sabe-se, entretanto, que a burocracia é grande e que os certificados de redução de Emissão dos gases GEEs só serão concedidos pela ONU após passar por várias etapas, etapas estas que são eliminatórias e subsequentes e, mais ainda, que os países recebedores de CREs deverão estar coligados ao Protocolo do Kyoto no ato das emissões dos seus respectivos certificados.

Dessa forma processo de simulação de produção de biodiesel foi realizado para avaliar quantitativamente como este processo é financeiramente viável e como poderá ser utilizado como fontes de créditos de carbono.

O futuro próximo acena para a possibilidade de haver grandes mudanças na fabricação e utilização de biodiesel pelo Brasil. A expectativa é que o país seja um dos principais produtores e consumidores de biocombustíveis do mundo. Há indícios de que isto significaria a diminuição da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e, conseqüentemente, permitiria o uso do petróleo e seus derivados para outros fins, salientando que, segundo a visão de Capra (1996), a produção de biodiesel deverá ser feita a partir de uma visão ecológica, ou seja, com a produção voltada ao ambiente natural e social e assim, trazer benefícios à sociedade e ao planeta.

#### **1.2.4 – RCE – Certificação de Redução de Emissão (CERs)**

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) possibilita que os países que se encontram no Anexo B do Protocolo de Kyoto (Anexo A), que não conseguem



reduzir as emissões ao nível necessário para o cumprimento de suas metas compulsórias, definidas pelo protocolo, adquiram direitos de emissão de países em desenvolvimento ( Brasil se enquadra neste perfil). Isso ocorre através da aquisição de Reduções Certificadas de Emissões – RCEs (Certificaded Emissions Reductions – CERs) desses países (SEIFFERT, 2009).

As Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) são uma consequência de créditos de carbono certificados a partir de um projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) registrado na ONU. Assim, as RCEs só poderão ser obtidas após o registro do projeto MDL no conselho executivo do projeto e sua implantação de Entidade Operacional Designada (EOD).

Tanto as UREs (*Emission Reduction Units –ERU*) quanto os *allowances* (permissão de emissão) são gerados em países desenvolvidos como resultado da implantação de sistemas compulsórios e baseados na obrigatoriedade legal (Protocolo de Kyoto), as RCEs são geradas através de um sistema voluntário (países em desenvolvimento) (SEIFFERT, 2009). Em seguida, as etapas para a validação dessas CER's bem como a certificação e monitoramento dos projetos MDL são mostrados de forma bem detalhada na Figura 1.1.

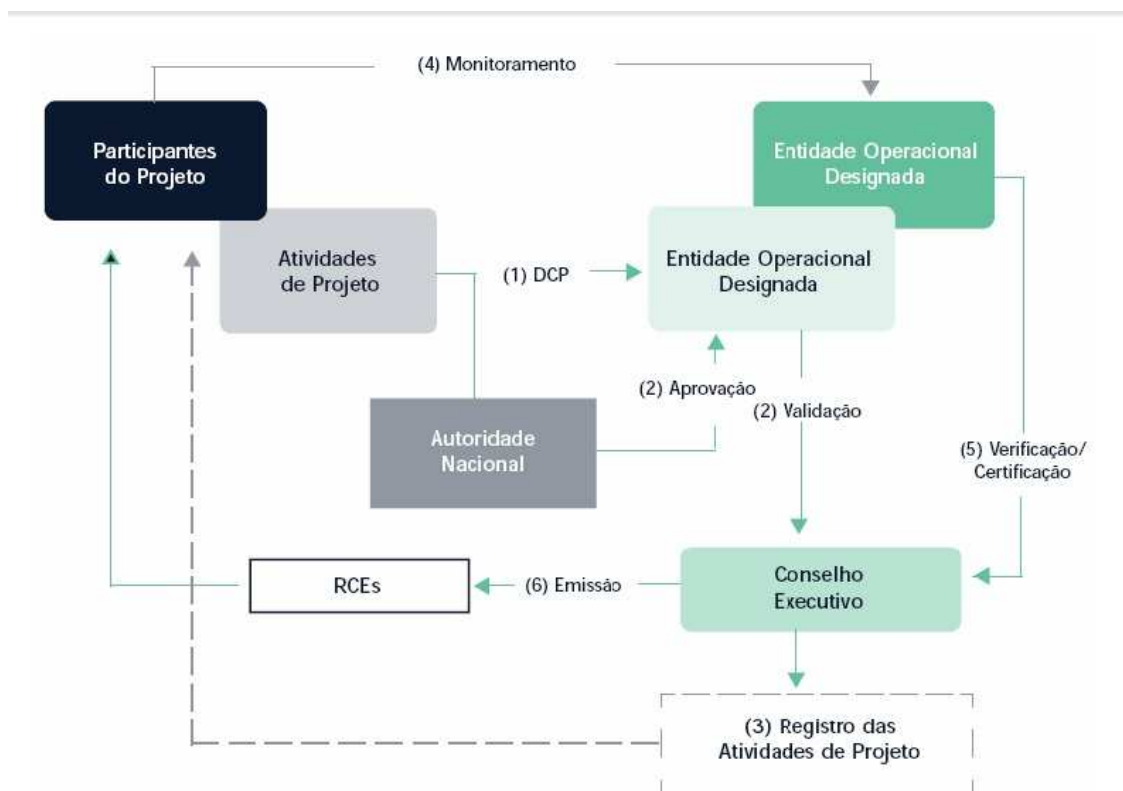


Figura 1.1 – Etapas de Concepção do Projeto MDL para gerar CER's.  
FONTE: EPE – Empresa de pesquisa Energética, 2009. Disponível em <<http://www.epe.gov.br>>.

#### **1.2.4.1 - Concepção e Estruturação do Projeto MDL**

O produto final dessa primeira etapa (Concepção e Estruturação) é o Documento de Concepção do Projeto (DCP), ou *Project Design Document* (PDD), sendo sua elaboração um ponto crucial para a continuidade do ciclo do projeto. Esse documento é normalmente elaborado por integrantes de forma isolada ou com apoio de consultoria / assessoria especializada, sendo que a segunda alternativa está menos sujeita a riscos para as partes envolvidas no ciclo do projeto.

A certificação de Sistemas de Gestão, segundo os padrões da ISO, é que a empresa de consultoria que apoiou a organização na elaboração do DCP não pode participar na fase de validação, sob pena de invalidação do projeto (SEIFFERT, 2009).

O mesmo deverá conter a descrição das atividades do projeto e dos agentes participantes no mesmo, para indicar de forma clara e transparente:

- ✓ a descrição, informações técnicas e localização georreferenciada (latitude, longitude e altitude) do projeto e atividades envolvidas;
- ✓ metodologia de linha de base adotada, contendo a justificativa para adicionalidade, bem como os limites do projeto;
- ✓ definição do período pretendido para obtenção dos créditos;
- ✓ metodologia adotada para o monitoramento e plano de monitoramento proposto;
- ✓ cálculo das emissões de linha de base, do projeto e emissões fugitivas;
- ✓ documento de referência sobre a realização da avaliação dos impactos ambientais do projeto;
- ✓ resumo dos comentários dos agentes envolvidos no processo de avaliação do projeto.

A metodologia de monitoramento a qual o projeto de redução das emissões, inclusive as fugitivas, estão enquadradas no CEMDL e toda a documentação que foi entregue junto com a estruturação do projeto será novamente verificada na etapa de validação. Caso o projeto apresente características ainda não reconhecidas pelo conselho executivo do MDL – CEMDL (Cleaner Development Mechanism – CDM

Executive Board) junto à ONU, provocará um aumento na complexidade do mesmo e, com isso, aumentar o seu risco. As metodologias aprovadas junto ao CEMDL por escopo estão disponíveis no anexo C.

#### **1.2.4.2 - Validação e Registro do Documento de Concepção do Projeto (DCP)**

Após concluída a etapa de elaboração do DCP, o empreendedor responsável pelo projeto deverá selecionar uma Entidade Operacional Designada – EOD (Design Operational Entity –DOE), a qual irá avaliar, validar, verificar e certificar o projeto MDL proposto. As EODs são entidades nacionais ou internacionais credenciadas pelo CEMDL e designadas pela COP/MOP (Anexo D). O empreendedor deverá restringir suas opções de escolhas para os organismos elencados junto ao UNFCCC sob a pena de não obtenção do registro, bem como a negação das RCEs (CONEJERO, 2006).

Este processo, o de validação do DCP, deverá estar sempre sendo realizado com a participação de uma terceira parte, juntamente com uma sistemática de auditoria onde os auditores deverão ser credenciados para tal pela EOD. Esse processo subdivide-se em cinco fase:

- ✓ revisão do DCP, previamente despachada ao EOD;
- ✓ a realização de visitas ao site, onde ocorreram as entrevistas;
- ✓ disponibilizar durante 30 dias do DCP tanto na internet quanto os meios de disponibilização física;
- ✓ resolução de eventuais questionamentos ou conflitos em virtude do processo de análise entre as partes envolvidas;
- ✓ a validação do DCP, com a disponibilização do relatório escrito pelo EOD.

#### **1.2.4.3 – Aprovação pela Autoridade Nacional Designada (AND)**

Os governos de cada país interessado em implantar projetos de MDL devem designar junto à UNFCCC uma instituição responsável pela avaliação e aprovação de projetos de MDL. Essa avaliação deve considerar a perspectiva

do país hospedeiro, quanto às contribuições de projeto MDL, em virtude dos requisitos de elegibilidade, particularmente a questão do desenvolvimento sustentável. Essa instituição é a Autoridade Nacional Designada – AND (Design national Authority – DNA). (SEIFFERT, 2009).

No âmbito do Brasil, a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) é o órgão competente para a implementação de projetos MDL, inclusive a de definir os critérios de elegibilidade adicionais e apreciar os pareceres emitidos pelo EODs.

A CIMGC, que se reúne a cada dois meses tem como presidente o Ministro de Ciências e Tecnologia e vice-presidente o Ministro do Meio Ambiente, sendo representado pelos 11 ministérios.

#### **1.2.4.4 – Monitoramento, Verificação e Certificação**

O processo de monitoramento da atividade de projeto inclui o recolhimento e armazenamento de todos os dados necessários para calcular a redução das emissões de GEEs, de acordo com a metodologia de linha de base estabelecida no DCP, que tenham ocorrido dentro dos limites da atividade de projeto e dentro do período de obtenção dos créditos. A idéia básica do processo de monitoramento é que sem uma medição efetiva de desempenho, com base nos parâmetros objetivos, não será possível melhorá-lo.

O foco desse monitoramento é verificar se as reduções de emissões de GEEs estão efetivamente ocorrendo da forma como previsto. Onde a EOD dará um parecer por escrito relatando e ratificando que a atividade do projeto atingiu de fatos as metas de redução.

O papel da empresa certificadora, em linhas gerais, é o de reduzir a assimetria informacional e garantir a boa qualidade do projeto. Além disso, dentre os principais fatores levados em consideração na decisão de contratar uma EOD pelas empresas entrevistadas, pode-se listar: boa reputação internacional, garantia de aprovação do projeto junto a Autoridade Nacional e ao Conselho Executivo do MDL, preço do serviço e facilidade de contato (CONEJERO e FARINA, 2003) .

Nessa fase do ciclo do projeto, há um incentivo às ações oportunistas, pois de um lado, a certificadora foi contratada para assegurar a adicionalidade do projeto –

comprovar que as estimativas de redução de emissões serão atingidas – sem qualquer obrigação de garantir a aprovação do projeto nos órgãos competentes; e, por outro lado, o pagamento pelo serviço fica a cargo da empresa proponente pelo projeto, que tem todo o interesse na sua aprovação. Pode levantar muitas hipóteses, inclusive a fraudes onde algumas empresas estão sob investigações e escândalos por desvio de recursos.

#### **1.2.4.5 – Emissão das RCEs**

Apenas os projetos com base no mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), do artigo 12 do protocolo de Kyoto, serão elegíveis para a emissão de créditos de carbono (CERs). O relatório de certificação incluirá solicitação da EOD para que o CEMDL emita um montante de RCEs correspondente ao total de emissões reduzidas, obtidas em determinado período de monitoramento do projeto.

Nesse processo, o CEMDL deve implantar uma sistemática de rastreamento dos projetos que resultaram em RCEs, a fim de evitar riscos futuros de dupla contagem de créditos. Segundo Broekhoff apud Kollmiss et al. (2008), um sistema de registro de créditos deveria ter alguns componentes importantes:

- ✓ a sistemática de registro com informação disponível ao público identificando tipos de projetos *offset* (créditos voluntários – RCEs );
- ✓ número de série para cada crédito gerado no projeto;
- ✓ um sistema para rastrear de forma transparente a propriedade dos créditos, o que torna possível rastrear cada crédito de emissão até o projeto que o gerou;
- ✓ um sistema que permita a verificação do status de determinado crédito, com relação a quando perderá sua validade;
- ✓ padrões contratuais ou legais que identifiquem claramente o dono original das reduções de emissão;
- ✓ padrões contratuais ou legais que estabeleçam a quem cabe o risco no caso de falhas do projeto.

Após a aprovação da emissão das RCEs o empreendedor proprietário já poderá negociar os papéis. Muito embora, é do conhecimento que antes mesmo da

emissão da RCEs muitos países já negociam a mesma a partir da aprovação do projeto como MDL. Porém após a emissão os papéis têm um ágio nos preços à medida que as etapas vão se aproximando da emissão da RCEs os preços vão aumentando à medida que os riscos diminuem conforme a Figura 1.2:

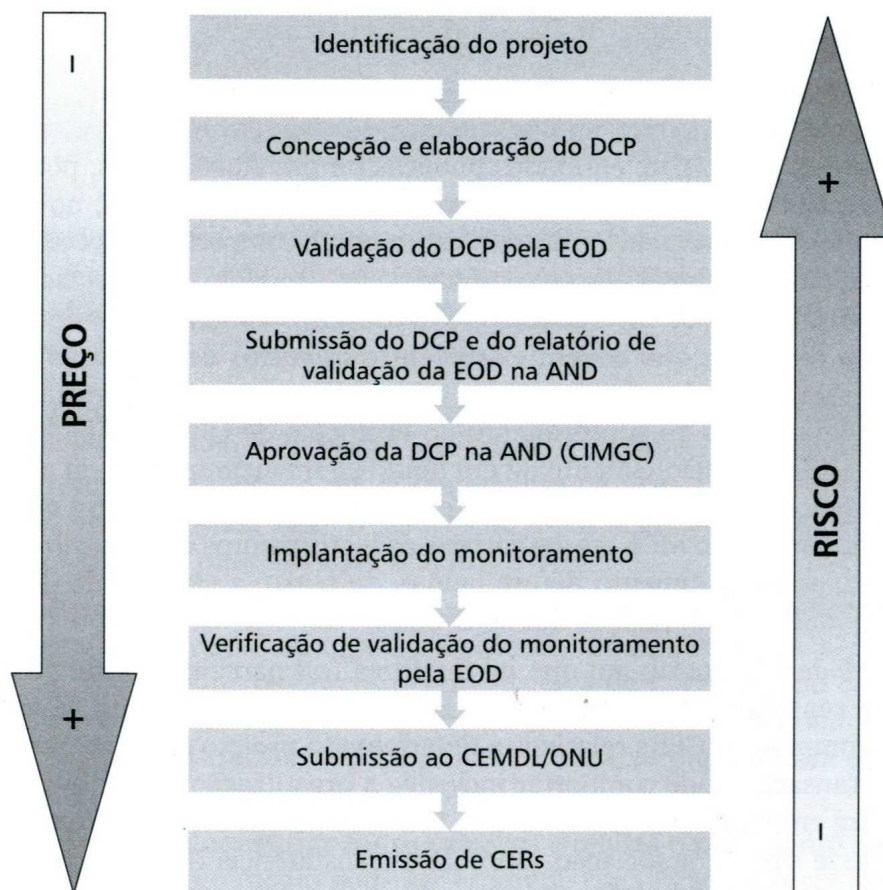


Figura 1.2 – Etapas de Submissão de um projeto MDL e a Relação Valor X Risco de compra da CERs. FONTE: “O Mercado de Carbono e Protocolo de Quioto”, SEIFFERT, 2009. Adaptado pelo autor.

Portanto, a variação de preço em relação à emissão da RCEs variam da seguinte forma:

- ✓ No caso onde o comprador aceita um maior risco para cada etapa do MDL, fornecendo um adiantamento de 50% ajudando no financiamento do mesmo, o valor da RCEs fica em torno de € 6,30 por crédito variando entre € 3,50 e € 9,0.
- ✓ Levando em consideração que o vendedor assumirá os riscos para as etapas do MDL os preços ficam em torno de € 8,0 que variam de € 5,50 a € 11,0.

- ✓ Se o vendedor assumir todos os riscos e realizar o pagamento na entrega da RCE o preço médio é de € 12,50 com variação de € 11,0 a € 15,0.

### **1.2.5 As Fontes de Energia**

A energia é considerada uma das mais importantes fontes de existência da humanidade e, portanto, considerada sob as grandes nações como questão estratégica e a totalidades de sua aplicação sempre esteve diretamente associada ao grau de desenvolvimento de um país ou nação.

Logo, é claramente possível se perceber a correlação entre a disponibilidade da energia e o acesso que as pessoas fazem da mesma com o crescente conforto humano em relação à aquisição de bens.

Com a previsão do esgotamento de energia fóssil para os próximos 40 ou 50 anos (BIODIESELBR, 2009), surgiram as necessidades de se buscar alternativas de obtenção de novas fontes de energia e, somado a isso os constantes conflitos políticos, envolvendo os países do oriente médio, onde estão localizadas quase que 80% das reservas de petróleo do mundo (IEA, 2008), propiciam instabilidade ao suprimento e aos preços dos combustíveis e de seus derivados. Incentivando várias nações a reduzirem a dependência em relação a importações do petróleo.

Assim, energia e tecnologia são os fatores que mais influenciam no desenvolvimento econômico e graças a ela é que se poderá sustentar uma população de quase 9 bilhões de habitantes em 2070, previsão feita pela ONU (BBC, 2007).

Além disso, a crescente preocupação com o meio ambiente e, em particular, com as mudanças climáticas globais a sustentabilidade sente-se ameaçada frente ao atual padrão de consumo das reservas energéticas. Conforme o pensamento de Hawking (2001), durante muito tempo a comunidade científica esteve errada ao atribuir o aquecimento global aos ciclos naturais do planeta e às mudanças na atividade Solar.

Hoje, existe uma defesa quase que unânime de que o problema é dado pela ação predatória do próprio ser humano. Todos esses fatores, cuja importância varia de país para país, têm incentivado a geração e a produção através das novas fontes de energia, as chamadas fontes de energias renováveis em vários países do mundo.

## 1.2.5.1 Energias Não Renováveis

### 1.2.5.1.1 Carvão Mineral

Entre as energias não renováveis, o carvão mineral cuja composição é de uma rocha contendo material combustível onde os teores de carbono variam entre 50 e 95% e formados pela fossilização de biomassa compactada, juntamente com altas taxas de variação de temperatura e pressão ao longo do tempo (MONTEIRO, 2004).

É o mais antigo e também o mais utilizado dos combustíveis desde a revolução industrial, século XVII, até os dias atuais o carvão é responsável por um quarto de toda geração de energia do mundo, perdendo apenas para o petróleo com 35% de participação. Além da sua importância na cadeia energética, o mesmo é também um dos maiores poluidores atmosféricos, quando utilizados como matéria prima nas termelétricas, sendo a maior fonte de emissão de carbonos (CO e CO<sub>2</sub>). (ANÁLISE, 2008)

De acordo com os dados levantados pelo USEIA (“United states Energy Information Administration”), e ilustrados na Figura 1.3, deixa claro o panorama mundial para o *consumo de energia*, com ênfase para o óleo, carvão e gás como os principais recursos energéticos seguidos pelas fontes renováveis e energia nuclear.

Os dados revelam uma grande dependência mundial e a importância do carvão como fonte de energia.

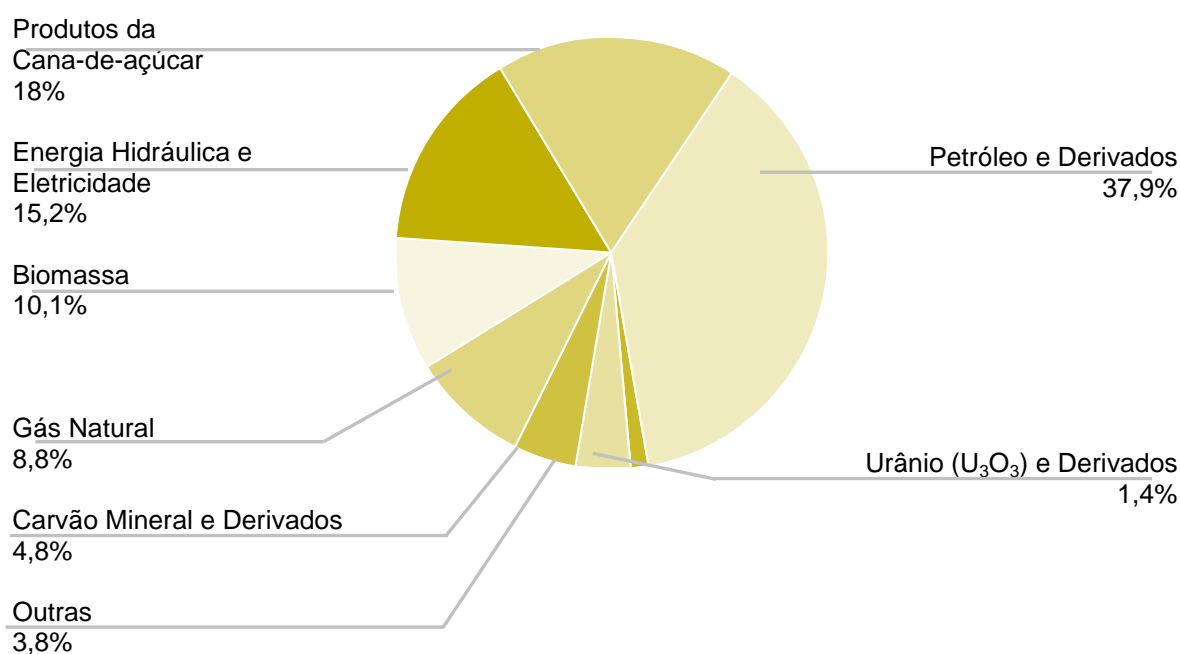


Figura 1.3 – Oferta Mundial de Energia.

FONTE: EPE – Balanço Energético no Brasil, 2009 (adaptado pelo autor).



Porém no Brasil essa realidade se mostra um pouco diferente em relação ao gráfico da Figura 1.3 e com base nos dados do Ministério de Minas e Energia (MME, 2010), o carvão mineral contribuiu em 2009, com 6,2% na matriz energética brasileira conforme se pode verificar na figura 1.5.

Entretanto, o carvão mineral além de grande taxa de emissão de monóxido de carbono (CO) o mesmo ainda libera no processo energético várias substâncias nocivas ao meio ambiente. Dentre elas podemos citar os materiais particulados, dióxidos de enxofre (SO<sub>2</sub>) e os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), que ao reagirem com o ar atmosférico e a água produzem as chuvas ácidas (MONTEIRO, 2004).

As substâncias derivadas da combustão do carvão mineral supracitados, por serem tóxicas e geradoras do aumento dos gases de efeito estufa (GEE), podem erradicar o uso dessa enorme fonte de energia, razão para que se busque intermitentemente por fontes alternativas de energia, com menores impactos ambientais.

#### **1.2.5.1.2 Gás Natural**

O gás natural é um combustível onde o principal composto é uma cadeia de hidrocarbonetos leves, metanos, etanos, propanos entre outros. E alguns reagentes que são na sua grande maioria removidos antes da sua utilização como fonte de combustível tais como: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) (REIS, 2003).

De acordo com a Figura 1.5, o gás natural tem uma importante participação na matriz energética brasileira chegando a atingir pouco mais que 10% das fontes utilizadas como combustíveis. Em linhas gerais e, da mesma forma que o petróleo, sua formação se dá a partir da decomposição de matéria orgânica e de grande potencial de acordo com sua volatilidade, além disso, é de baixo custo, com alta disponibilidade e nos dias atuais vem se revelando como um grande substituto do petróleo (HINRICHS, 2003).

Nas últimas décadas, a produção do gás natural só aumentou no país, e, entre os anos 80 e 90 a produção de gás teve um aumento de 389% enquanto o consumo aumentou em 520%. Alcançando 22.334 bilhões de metros cúbicos em 2006 (ANÁLISE, 2008).

E apesar da crise da Bolívia em 2007 quando as fábricas brasileiras, mais precisamente as paulistas e fluminenses, tiveram um grande prejuízo com o corte

repentino de aproximado 50% do fornecimento do gás, causado pelo aumento da demanda e agravado pela crise política instaurado na Bolívia, tanto o consumo quanto a produção de gás não parou de crescer.

Deu-se origem, frente a este cenário em 2009 a lei (11.909 / 2009) e a mesma foi sancionada como lei prévia que tinha como meta principal a expansão da malha de distribuição e a prevenção do corte de fornecimento, para que as indústrias que utilizavam o gás como principal fonte de funcionamento pudessem ter uma garantia da prestação do serviço sem colocar em risco a sua produção (ANÁLISE, 2010).

Esse crescimento tanto na produção de gás natural como sua utilização na ordem industrial, bem como na utilização pelo transporte veicular pode ser analisado de forma mais minuciosa na Tabela 1.2.

Tabela 1.2 – Produção, reservas e distribuição de gás natural

|  |                 |
|--|-----------------|
| Participação na matriz energética          | 10,2%           |
| Participação na matriz elétrica            | 5,9%            |
| Reservas em 2007 ( $10^6 \text{ m}^3$ )    | 364.991         |
| Produção em 2008 ( $10^6 \text{ m}^3$ )    | 21.593          |
| Consumo em 2008 ( $10^6 \text{ m}^3$ )     | 22.913          |
| Importação em 2008 ( $10^6 \text{ m}^3$ )  | 11.313          |
| Brasil no ranking mundial de produção      | 39 <sup>o</sup> |
| <b>DISTRIBUIÇÃO</b>                        |                 |
| Número de distribuidoras                   | 27              |
| Malha em Km                                | 17.493          |
| Distribuição em 2008( $10^6 \text{ m}^3$ ) | 18.021          |
| Número de Clientes (em milhares)           | 1.438           |

FONTE: ANÁLISE ENERGIA - ANUÁRIO 2010.

### 1.2.5.1.3 Petróleo

Combustível fóssil cuja composição química se dá por uma mistura complexa de hidrocarbonetos (Carbonos compostos de hidrogênio), cujas estruturas moleculares incorporam de 1 a 100 átomos de carbono. São originários da decomposição da fauna marinha por bactérias aliadas às altas temperaturas e pressões (RISTINEN, 1998). Tanto o petróleo como o gás natural formado sob tais

condições fluem através de rochas porosas formando depósitos onde após longos períodos de acumulam-se, permitem extrações (HINRICHS, 2003).

No panorama atual, o petróleo é a fonte de energia mais utilizada no mundo e por isso, tanto a sua dependência quanto a escassez de suas reservas provocam tanta turbulência entre as sociedades levando muitas vezes a guerras.

O refino de petróleo é basicamente, um conjunto de processos físicos e químicos que objetivam a transformação dessa matéria prima em produtos derivados, ilustrados na Figura 1.4, demandados pelo consumidor final.

A primeira fase é a destilação atmosférica, realizada em colunas de fracionamento de dimensões variadas e os derivados desse fracionamento são, principalmente, os leves e médios, como o gás de refinaria; o GLP; a nafta; a gasolina; o querosene; o óleo diesel e o resíduo atmosférico. A fração mais pesada, o resíduo atmosférico, obtida no fundo da torre de destilação atmosférica, é submetida após novo aquecimento, a um segundo fracionamento, agora sob vácuo, no qual são gerados cortes de gasóleos e um resíduo de vácuo (PNE - 2030, 2007).

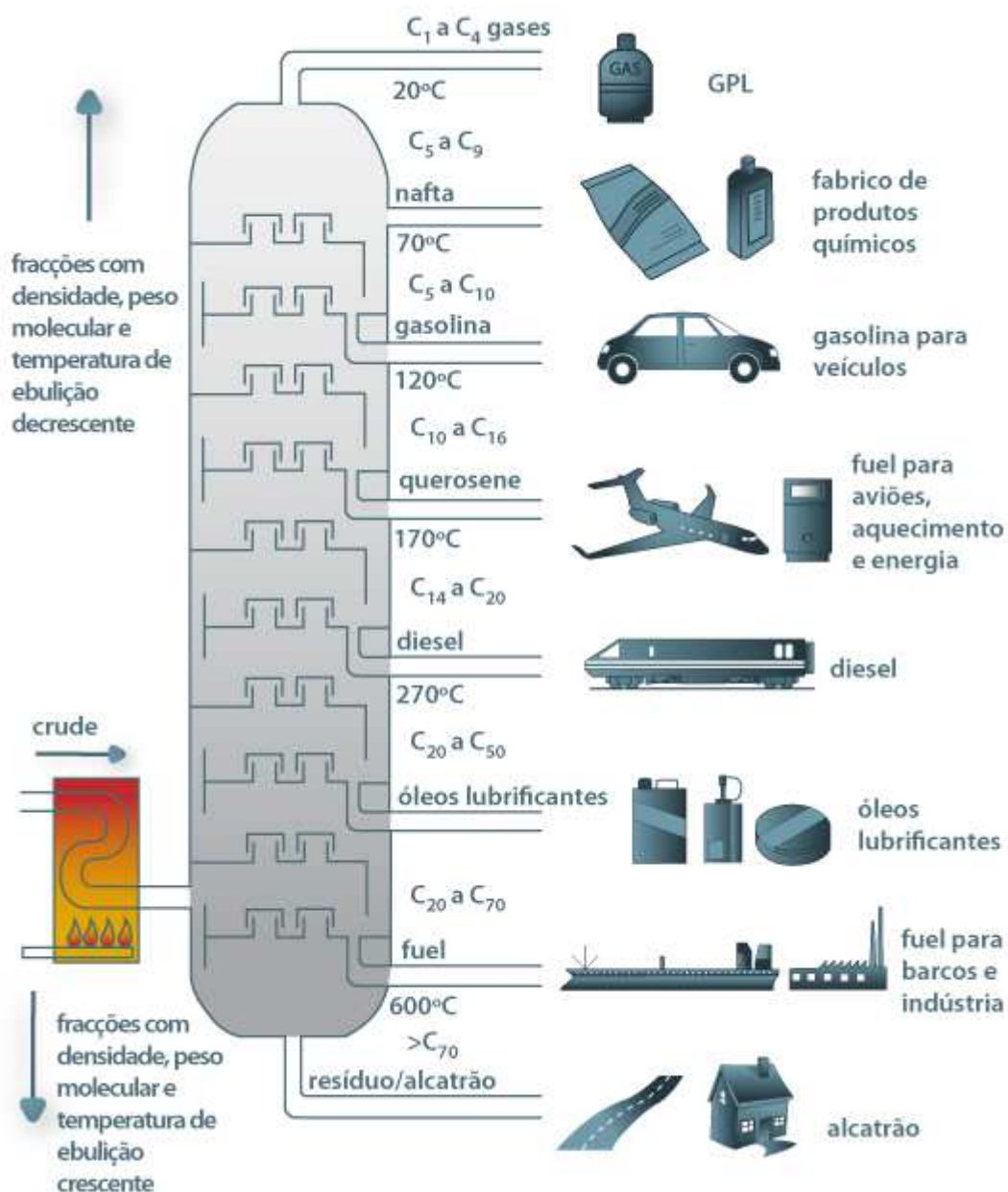


Figura 1.4 – Derivados do Petróleo.  
 FONTE: Diário do Pré-Sal – <http://diariodopresal.wordpress.com>, 2008.

De acordo com o MME (2010), estima-se que as reservas mundiais ultrapassem mais de 1 trilhão de barris, sendo que 65% das mesmas se localizem no Oriente Médio e que 20% dessas mesmas reservas estejam na Arábia Saudita (ANP, 2009).

De acordo com os dados levantados pelo EPE (2009), o petróleo se apresenta como um dos recursos energéticos mais preciosos do mundo, com 37,9% da participação mundial (Figura 1.3) e com 36,7% da oferta energética brasileira (Figura 1.5)

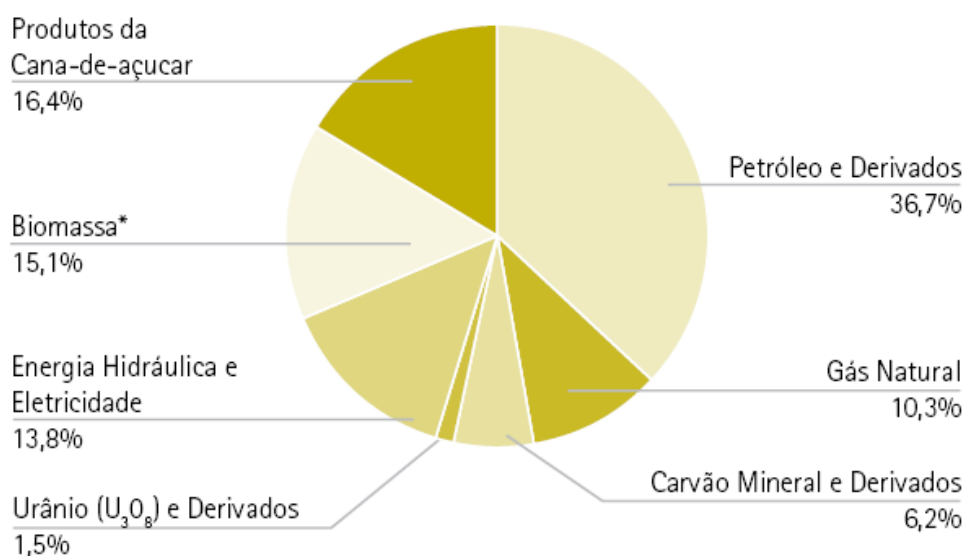


Figura 1.5 – Oferta Nacional de Energia.  
 FONTE: EPE – Balanço Energético no Brasil, 2009

O petróleo depois de extraído passa por vários processos de refino a fim de obter novos substratos de grande valia tais como, diesel, gasolina, nafta entre outros. Na Figura 1.6, pode-se observar a relação entre alguns derivados do petróleo e a demanda dos combustíveis líquidos utilizados no Brasil.

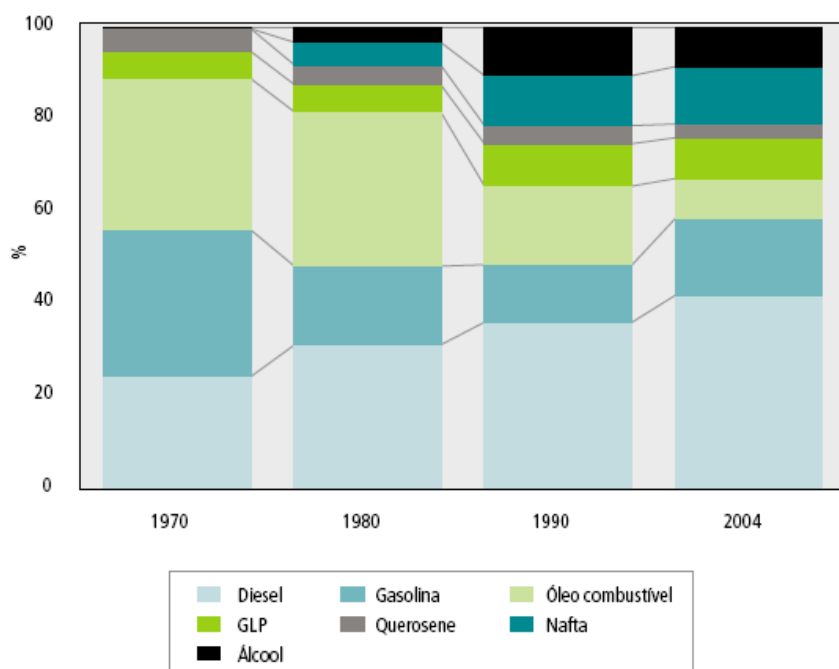


Figura 1.6 – Evolução da Estrutura da Demanda de Combustíveis Líquidos no Brasil (%)  
 FONTE: Plano Nacional de Energia 2030 - PNE 2030, 2007

As reservas brasileiras de petróleo cresceram rapidamente nos últimos anos, como reflexo dos investimentos em exploração e produção realizados a partir do direcionamento estratégico formulado pelo Governo, como resposta ao crescimento dos preços de petróleo na década de 70 e à dependência externa a que o país estava submetido.

Em 1974, as reservas aprovadas de petróleo do Brasil giravam em torno de 0,75 bilhões de barris. Em 2004, esse número estava em torno de 11,2 bilhões de barris, correspondendo a 1% das reservas mundiais de óleo cru. Quase todo esse volume está localizado em campos *off-shore*, conforme indicado na Figura 1.7. Os campos da Bacia de Campos (Rio de Janeiro) e do Espírito Santo concentram a quase totalidade dessas reservas, porém há expectativas de incorporação de novas áreas, já em prospecção, como a Bacia de Santos.

### ***Pré-Sal***

Como é do conhecimento pela comunidade científica, a descoberta (exploração propriamente dita) do pré-sal no Brasil ocorreu por volta de 2006 após o pronunciamento do ex-diretor da ANP e só depois foi confirmada pela Petrobras em 2007. Em 2008 a Petrobras confirmou a descoberta de óleo leve na camada sub-sal e extraiu pela primeira vez petróleo do Pré-Sal, através da plataforma P-34 no Campo de Jubarte (*Bacia de Campos*) (FOLHA, 2008).

A área de concentração está em média entre 2000 e 8000 metros de profundidade da superfície costeira onde sua extensão é de aproximadamente 800 Km, distribuída por toda costa do sudeste brasileiro que vai do Espírito Santo até a região nordeste de Santa Catarina. A Figura 1.7, exemplifica de uma forma clara, a distribuição das camadas do pré-sal, bem como sua extensão no território nacional.

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e B combustíveis (ANP), a estimativa é de que com a exploração do petróleo advindo da extração do pré-sal as reservas nacionais em barris de petróleo irão dobrar entre 2012 e 2015 e o Brasil poderá exportar mais de um milhão de Barris por dia (ANP, 2011).

Segundo o *Boletim da Produção de Gás e Petróleo*, a produção de Petróleo brasileira bateu um novo recorde com uma produção de 2,18 milhões de Barris por

dia (bbl/d) em dezembro de 2010, o que representou um aumento de 4,4 % em relação a novembro de 2010 com 2,09 milhões de bbl/d. Já com a produção de Petróleo e Gás Natural específica das reservas do Pré-Sal foram de respectivamente 65,2 Mil bbl/d e de 2,312 Milhões de m<sup>3</sup> de Gás. Ambos os números são dados dos Poços de Jubarte (Espírito Santo) (BOLETIM PETRÓLEO, 2011).

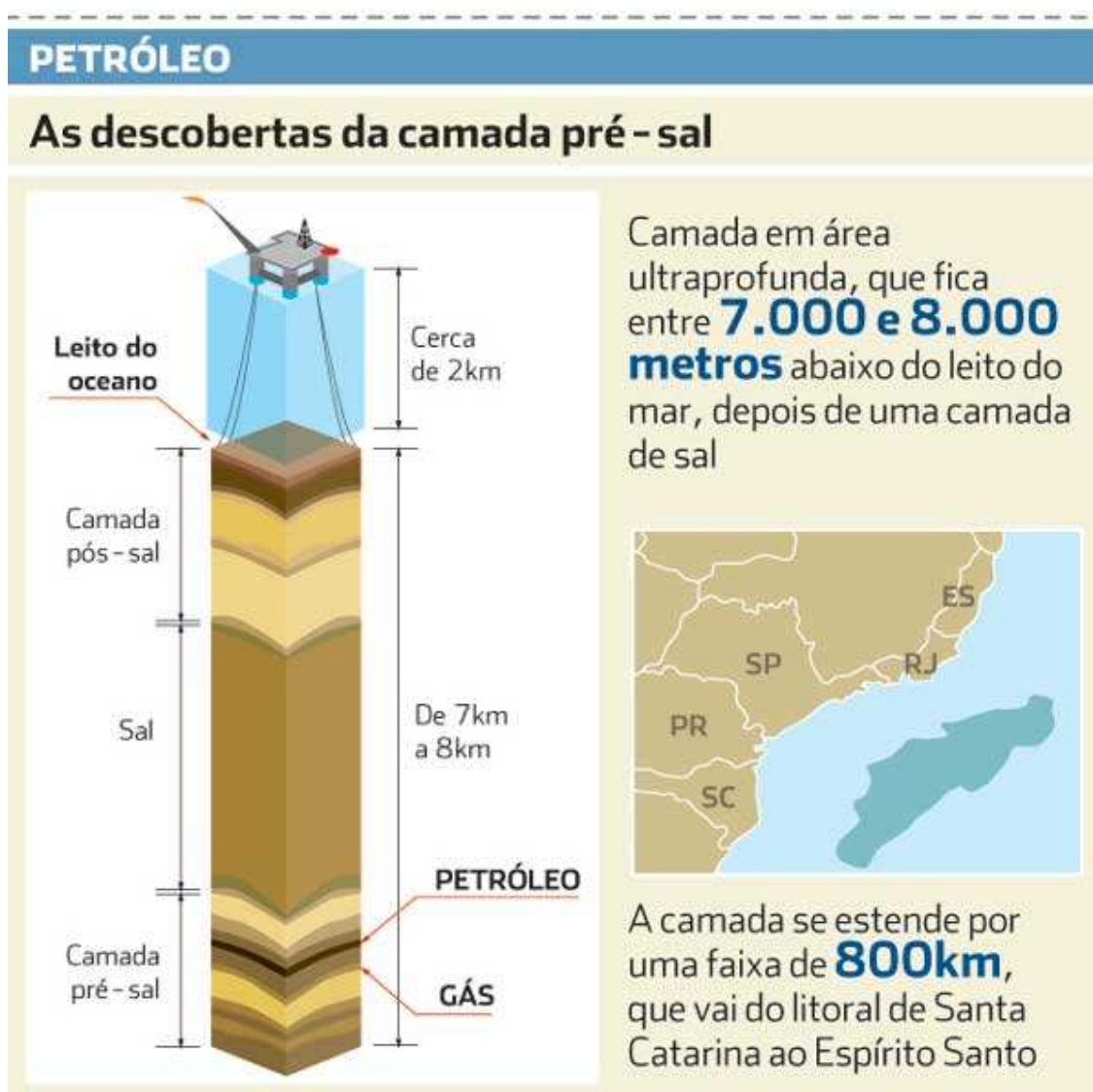


Figura 1.7 – A Descoberta das Camadas do Pré-sal

FONTE: Revista Digital Negócios – Diários do Nordeste, 2008 – <http://diariodonordeste.globo.com>

Porém, existe muitos problemas frente à descoberta e exploração do Pré-Sal, pois a Petrobrás é a grande exploradora e produtora de Petróleo e Gás Natural do Brasil com aproximadamente 91,7% da produção nacional (Figura 1.8) e como a

mesma tem economia mista, logo uma parte de suas ações pertence ao Governo Federal brasileiro. Sendo assim, uma parcela de todos os proventos é destinada a nação (Tesouro Nacional).

BOLETIM DA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL  
DEZEMBRO DE 2010

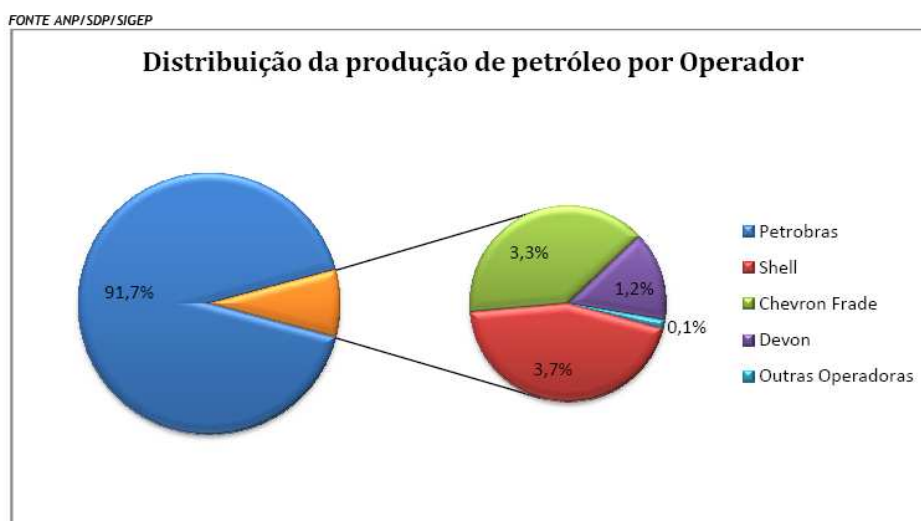


Figura 1.8 – Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural – Dez 2010 SDP.  
FONTE: ANP / SDP / SIGEP - [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br), 2011

Porém, os governos dos estados estavam disputando entre si no Congresso (Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo e Santa Catarina) sobre os percentuais dos Royalties (compensação financeira paga mensalmente pela exploração do petróleo) que seriam aplicados frente aos estados onde a exploração do Pré-Sal se instalaria de fato.

Mas esse conflito de opiniões ainda não teve um final, pois há os que defendem que os Royalties devam ser pagos entre todos os 27 estado brasileiro igualmente e entre os estados já supracitados, que querem dividir os proventos apenas entre os estados onde de fato há a exploração.

Royalty é na verdade uma compensação financeira, paga pela exploração do petróleo mensalmente. Previsto pela Constituição, o mesmo é pago pela empresa exploradora (por exemplo, a Petrobras) aos estados, municípios e órgãos da administração federal. Em 2008, a Petrobras pagou cerca de R\$ 10 bilhões em royalties.

Os royalties, que incidem sobre a produção do petróleo, são recolhidos mensalmente pelas empresas concessionárias, por meio de pagamentos ao Tesouro



Nacional, que repassa os royalties aos beneficiários, com base nos cálculos efetuados pela Agência Nacional de Petróleo (ANP). Os cálculos foram estabelecidos pelas Leis nº 9.478, de 1997 e nº 7.990, de 1989.

A partir da *Lei nº 9.478/97*, a alíquota dos royalties passou de 5% para até 10% da produção, dependendo dos riscos geológicos, das expectativas de produção e de outros fatores. Depois da descoberta do Pré-Sal, um novo marco regulatório do petróleo (e uma nova distribuição dos royalties) está em discussão no Congresso Nacional (SAQUÁ, 2010)

### **1.2.5.2 Energias Renováveis**

Diante de uma variedade abundante de opções em relação as fontes de energia renováveis, o Brasil encontra-se no topo dos países em desenvolvimento que possui uma infinidade de matéria prima orgânica para tal finalidade. Dentre as fontes renováveis, as hidroelétricas, mais de 70% de toda energia elétrica consumida nas redes residências são provenientes das mesmas, em relação às fontes de energia em forma de combustíveis, encontra-se no Brasil o Etanol (onde ocupamos a posição de segundo maior produtor do Mundo) e de Biodiesel que foi o principal produto de estudo e análise deste trabalho.

#### **1.2.5.2.1 Biodiesel**

O biodiesel é o nome de um combustível alternativo e de queima limpa, produzido de recursos renováveis. O mesmo não é constituído de petróleo fóssil, porém pode ser adicionado ao mesmo formando uma mistura; pode ser usado num motor de ignição e compressão (diesel) sem necessidade de modificação. O biodiesel é simples de ser fabricado, biodegradável, não tóxico e essencialmente livre de compostos sulfurados e aromáticos. É uma alternativa altamente viável que resolve dois grandes problemas ambientais ao mesmo tempo: aproveita resíduos, aliviando os aterros sanitários, e reduz a poluição atmosférica (PENIDO, 2005).

Com relação ao óleo diesel, os óleos vegetais puros apresentam, entre outras diferenças, maior massa molecular, altíssima viscosidade, e baixíssimo potencial calorífico; por isto, necessitam de transformação antes de serem utilizados como combustível (RIBEIRO, 2006). Isto ocorre, porque os óleos são formados em sua maioria por ésteres de glicerina, onde apresenta de 10 até 18 moléculas de carbono em sua constituição; enquanto o óleo diesel é composto por hidrocarbonetos com, em média, 14 moléculas de carbono (CARLOS, 2006). As diferenças moleculares entre os óleos vegetais puros e o óleo diesel são apresentadas na Figura 1.9.

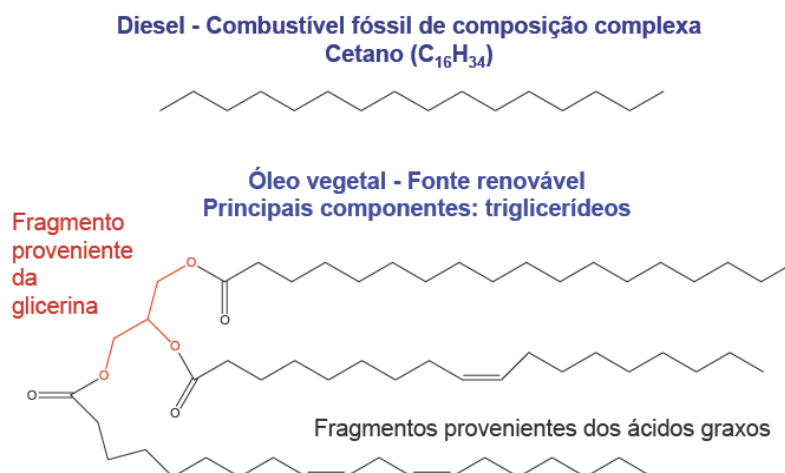


Figura 1.9 - Esquema sobre as diferenças moleculares entre óleos vegetais puros e óleo diesel.  
Fonte: Ribeiro, 2006.

Os óleos vegetais puros mais utilizados na produção de biodiesel no Brasil são Soja, Mamona, Babaçu, Dendê dentre outras. Onde o poder calorífico e a viscosidade influem diretamente na qualidade do biodiesel gerado de seus compostos. A Tabela 1.3 mostra as principais características dos óleos vegetais das principais oleaginosas brasileiras.

Tabela 1.3 – Propriedades físicas e químicas dos óleos vegetais puros

| Propriedades               | Óleo Vegetal |        |        |       |        | Normas Específicas para o Diesel |
|----------------------------|--------------|--------|--------|-------|--------|----------------------------------|
|                            | Mamona       | Babaçu | Dendê  | Soja  | Piqui  |                                  |
| Poder calorífico (kcal/kg) | 8913         | 9049   | 8946   | 9421  | 9330   | 10950                            |
| Ponto de Névoa (°C)        | 10           | 26     | 31     | 13    | 26     | 0                                |
| Índice de cetano           | nd           | 38     | 38-40  | 36-39 | 38     | 40                               |
| Densidade a 35°C           | 0,9578       | 0,9153 | 0,9118 | nd    | 0,9102 | 0,8497                           |
| Viscosidade a 37,8°C (cSt) | 285          | 30,3   | 36,8   | 36,8  | 47     | 2,0-4,3                          |
| Cor (ASTM)                 | 1            | 0,5    | 1      | nd    | 2      | 2                                |

Fonte: Adaptado de Rossi et al, 1999. Onde nd: não determinado.

A transesterificação é o processo químico de produção do biodiesel, na qual a glicerina é separada da gordura ou do óleo vegetal. Esta separação se dá na reação entre o óleo vegetal (óleo de fritura) com um álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador ácido (HCl – ácido clorídrico) ou base (NaOH - hidróxido de Sódio ou hidróxido de Potássio - KOH). O processo gera dois subprodutos: ésteres (o nome químico do biodiesel) e a glicerina- produto que valoriza o mercado de sabões (PARENTE, 2003).

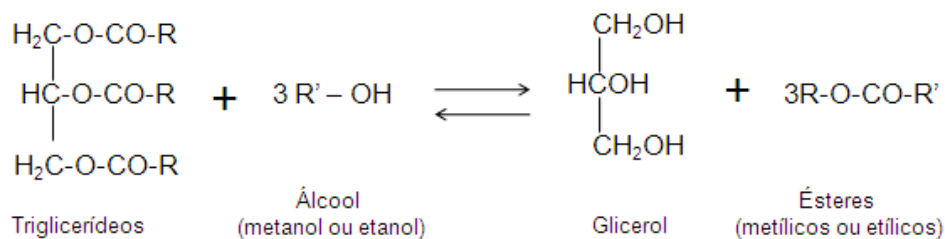


Figura 1.10 – Reação de transesterificação, onde R representa as cadeias carbônicas dos ácidos graxos, e R' representa o tipo de álcool utilizado.

Fonte: Adaptado de Rossi et al, 1999.

### 1.2.6 Transesterificação do Óleo de Fritura

Processo químico utilizado como objeto de estudo desse trabalho para obtenção de biodiesel a partir de óleos de frituras. Consiste na alimentação do reator com óleos de fritura, álcool e o catalisador alcalino obtêm-se o biodiesel juntamente com a glicerina como co-produto deste processo acrescido de água.

Em uma primeira etapa o álcool e o óleo são misturados (1). Posteriormente essa mistura é bombeada para um reator de esterificação (2). Assim que a reação completa-se, mais álcool e catalisador são adicionados e a mistura é levada a um reator de transesterificação (3). Daí a mistura é bombeada a um quarto tanque (4) onde é neutralizada com um ácido mineral (BARNHORST; STALEY; OESTER, 2002). A corrente resultante é então levada a um separador do tipo flash (5) para que seja removido o excesso de álcool que é condensado (6) e reciclado para um tanque de estocagem (7). A corrente de base que contém glicerol, biodiesel e impurezas é centrifugada (8) e a fase leve que contém principalmente biodiesel passa por secagem (9) e é estocada (10). A fase pesada que contém cerca de 90 % de glicerol é parcialmente purificada e estocada (11).

Todas as etapas do processo de produção de biodiesel através da transesterificação do óleo de fritura usado pode ser observada na Figura 1.11.

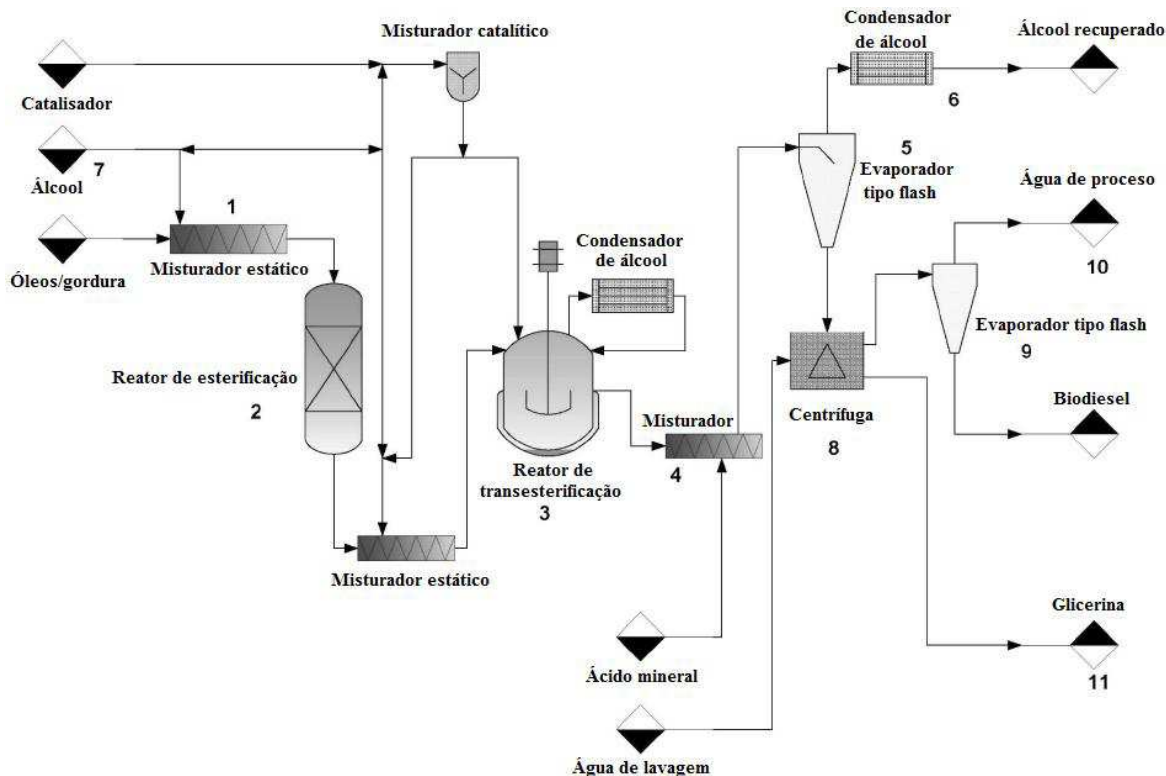


Figura 1.11 - Fluxograma de um processo de produção de biodiesel por transesterificação Adaptado de: Cerveró, Coca e Luque (2008).

As etapas do processo de produção do biodiesel pode ser sintetizadas para duas fase:

**Físicas** – primeiramente todo o óleo de fritura passa por um processo de purificação, ou seja, extração de impurezas. A peculiaridade do óleo é obtida nesta primeira fase onde sua limpeza se divide em dois novos processo:

Filtragem – onde ocorre a separação de todos os materiais sólidos provenientes das oxidações e resíduos dos óleos de frituras residuais.

Decantação – etapa onde é utilizado vários decantadores juntamente com evaporadores (no nosso caso o FLASH) para a retirada de toda a água que ainda exista, para evitar a saponificação..

**Químicas** – O processo químico consiste nas transformações do óleo juntamente com o Etanol ( $C_2H_5OH$ ) acrescidos dos catalisadores alcalinos, no estudo em questão foi o Hidróxido de Potássio (KOH) e a partir da reação obtém-se a Glicerina ou Glicerol como resíduo desse processo e o Biodiesel como o produto principal. (BIODEISELBR, 2008).

O órgão que define as especificações do biodiesel no Brasil é a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e biodiesel (ANP) que emitiu duas importantes portarias: a primeira é a nº 240/2003, que trata o uso dos combustíveis não especificados, ou seja, aqueles cujas características não estão definidas por dispositivos legais expedidos pela ANP; já a portaria de nº 255/2003, trata da especificação técnica do biodiesel puro a ser adicionado ao óleo diesel automotivo para testes em frota cativas ou para uso em processo industrial específico. A especificação do biodiesel e de sua comercialização está na resolução de nº 07/2008 da ANP que estabelece que todo o óleo diesel comercializado possua 97% de óleo diesel e 3% de biodiesel puro (ANP, 2009). A mesma portaria fora retificada em Janeiro de 2010 em forma de resolução de nº 70/2010 aumentando de 3% para 5% a cota de biodiesel puro na mistura ao diesel comercializado no Brasil (ANP, 2010).

Com base nos dados da portaria nº 54/01 da ANP, o Brasil tem produzido biodiesel (B100) numa crescente escala, a partir da evolução produtora o que se produziu em 2007 foi um total de 404.329 m<sup>3</sup> já no final de 2008 a produção foi maior que o dobro da produção do ano anterior, ou seja, foi de 1.167.099 m<sup>3</sup> de biodiesel. Sendo assim, o Brasil, com o uso do biodiesel, evitou a importação de 1,1 bilhão de litros de diesel de petróleo resultando numa economia de cerca de US\$ 976 milhões, gerando divisas para o País (ANP, 2009).

### **Produção de Biodiesel**

É do conhecimento, que existe pouco mais que 20 tipos de oleaginosas que são capazes de produzir biodiesel de qualidade e com uma eficiência em torno de 90% de rendimento, porém, apenas cinco dessas tem tido destaque na produção do mesmo no cenário de produção brasileira.

De acordo com ANP (2010) apenas o girassol, o dendê, a mamona, a palma e a soja (também utilizada como índice dos preços do biodiesel produzido no Brasil) estão sendo largamente utilizadas como matéria prima de biocombustível. Porém, como é do conhecimento, ambas tem participação efetiva tanto na indústria de alimentos (azeites, óleos e etc.) quanto na de cosméticos (óleo, xampu, hidratantes e outros) e com isso provoca uma supervalorização da matéria prima tornando-a na

maioria das vezes, inviável economicamente a sua utilização na produção de biodiesel.

Sendo assim, não seria possível a produção do mesmo através dessa flora sem que houvesse um incentivo fiscal por parte do governo federal brasileiro e mais ainda, que se fixassem as taxas de comercialização destes a fim de que se tornem ambientalmente e economicamente viáveis e sustentáveis nos dias atuais.

Nasce, com essa discussão, uma importante fonte de obtenção de biodiesel, que são os óleos e gorduras residuais oriundo da indústria de alimentos (mais conhecido como óleo de cozinha) e também as gorduras animais (abatedouros, frigoríficos e outros), pois ambas as matérias primas não são vastamente utilizadas nas indústrias e com isso quase sempre são descartadas sem nenhum critério em aterros sanitários ou muitas vezes na própria rede de esgoto (PENIDO, 2005).

E com esse descarte, segundo BiodieselBR (2008) para cada litro de óleo derramado nos esgotos sanitários pode-se contaminar até 1 milhão de litros de água potável é o que apresenta a Figura 1.12



Figura 1.12 – Produção de biodiesel através da transesterificação de óleo de Fritura.  
Fonte: BiodeiselBR, 2008, p.24.

De acordo com este cenário, surgiram as pesquisas na obtenção de biodiesel a partir das gorduras residuais, onde tanto o rendimento quanto as características físico-químicas do combustível gerado desta tecnologia foram aprovadas ora pelas empresas montadoras de veículos ora pelos regulamentadores de poluição e de energia tanto no Brasil como no mundo todo.

É importante ressaltar que as pesquisas em torno do biodiesel no Brasil existe desde a década de 70, quase 40 anos de evolução tanto na área tecnológica quanto na ambiental. Porém, o que do conhecimento é que muito do insucesso da utilização do biodiesel se teve a criação do Proálcool (projeto criado pelo governo nacional na década de 70) e da supervalorização do mesmo, provocada pela crise do petróleo entre as décadas de 70 e 80, originando uma alta dos preços conforme a Figura 1.13.

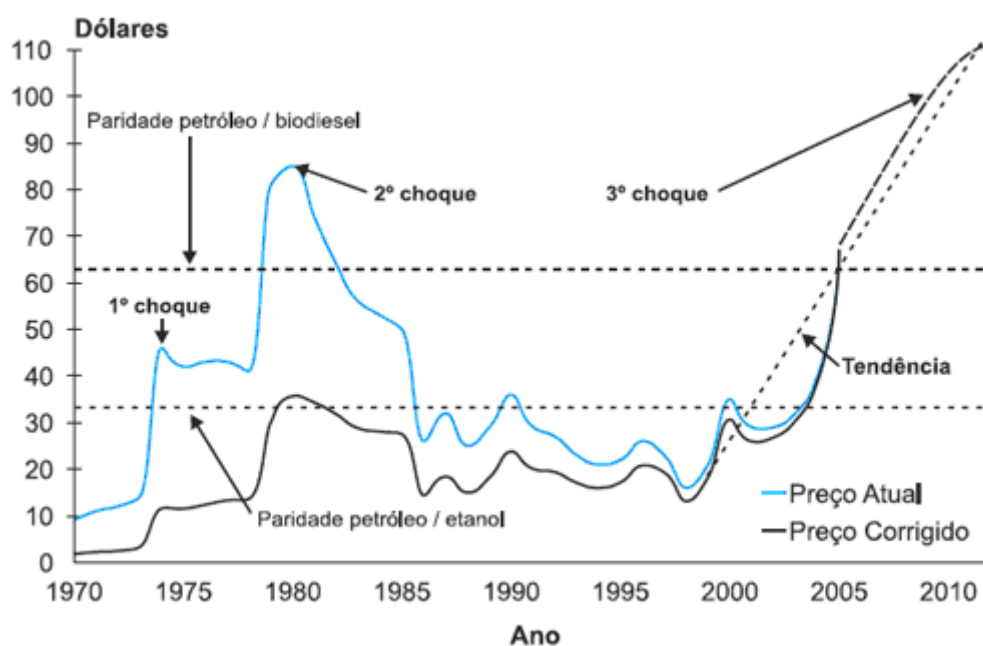


Figura 1.13 - Preço Internacional do barril de petróleo – eventos  
FONTE: Elaboração D. Gazzoni com dados primários do DEA /USA, 2007

De acordo com a ANP (2009), tem-se uma estimativa de produção ao longo dos últimos anos onde se pode perceber o crescimento tanto na produção de biodiesel quanto na utilização e constatar que de 2009 a 2010 a produção mais que



duplicou, e a concentração entre seu uso passou de 2% para 5% de adição ao diesel comum, como mostra a Figura 1.14.

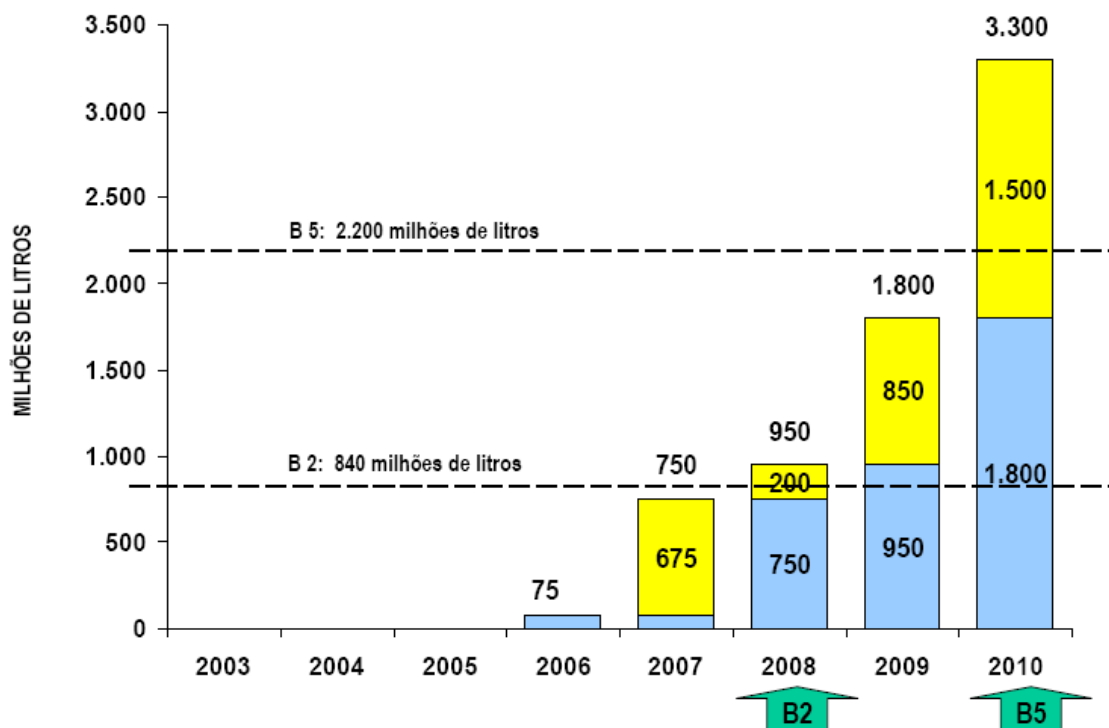


Figura 1.14 – Prospecção de produção nacional do biodiesel  
Fonte: ANP – <http://www.anp.gov.br>.

### 1.3 Os Problemas Sócio-Ambientais

A exploração predatória da sociedade em busca de fontes de energia quer sejam em matéria prima, tecnologias ou de outras naturezas começa a desequilibrar os sistemas ambientais (geosistemas e ecossistemas) e nasce dessa escassez de recursos a busca do equilíbrio que já alcança dimensões globais e têm ganhado forças entre os séculos XX e XXI (AQUINO, R. 2007).

Em contra partida a essa busca, no passado, ou seja, nos séculos anteriores (XVIII e XIX) com seu ápice a partir da revolução industrial, e com todos os países da Europa vivendo a era da evolução das máquinas deram início ao processo de depreciação dos recursos naturais. Com essa busca indiscriminada pela consolidação das grandes potências econômicas é que se criaram as culturas do *explorar em busca do desenvolvimento*.

De acordo com Aquino (2007), com a instauração do capitalismo em toda a Europa nada se fez nesta era de *desenvolvimento* em relação à preservação, igualmente, apenas buscou-se o enriquecimento a todo custo. Machado (1998), *admitiria ainda que termodinamicamente o homem só conseguiria existir se conseguisse repor a energia que usa no processo de viver*. Isso, dito no começo da década de 1950, no auge do desenvolvimento pós-guerra não torna esta teoria menos atual nos dias de hoje mesmo passados pouco mais de meio século.

## Viabilidade Econômica

---

O Brasil tem 45,4% de toda a sua matriz energética de origem renovável, segundo a previsão do plano Nacional de Energia 2030, do Ministério de Minas e Energia (MME) podendo chegar a 47% até 2030 (PNE – 2030, 2009).

Esse avanço significa aumentar no país o equivalente ao total previsto para a produção nuclear do Brasil em 2010, ou ainda, 10% de toda energia produzida com etanol. Considerando esse panorama, o Brasil já é líder absoluto em energia renovável na comparação com os países desenvolvidos que utilizam, no máximo 14% de fontes renováveis em suas matrizes segundo o MME (LOPEZ, ATTUY, PALUDETTO, 2010).

Dessas fontes de energia a que mais tem crescido nos últimos anos é a produção de Biodiesel, pois segundo dados do 1<sup>o</sup> lote do 19<sup>o</sup> leilão de biodiesel concluído em Agosto de 2010 pela ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) foram vendidos 492 Milhões de litros de Biodiesel (492 Mil m<sup>3</sup>), mais do dobro da produção do ano anterior.

Segundo os dados da ANP, verifica-se que o cenário é promissor e que a média de preços cobrada por litro de biodiesel nos leilões da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biodiesel mantiveram-se estáveis ao longo dos anos e, em 2005 os preços finais obtidos, com incidência de PIS/PASEP e COFINS e sem ICMS, variaram entre R\$ 1,800/l e R\$ 1,920/l, com preço de referência de R\$ 1,920/l e preço médio de R\$ 1,905/l. Porém em 2007, o preço médio era de R\$ 1,754/l. Mas em 2009 houve uma discreta redução para o valor de R\$ 1,750/l gerado pela relação econômica oferta/procura, ter aumentado significativamente devido à redução de importação de 1,1 bilhões de litros de diesel de petróleo, resultando numa economia de cerca de US\$ 976 milhões (ANP, 2009).

Com base nesses valores monetários de referências por litro de biodiesel, é que a viabilidade econômica na produção do mesmo a partir da técnica de transesterificação do óleo de fritura usado (OFU) juntamente com o modelo que estima a demanda e a oferta do mercado potencial de comércio de emissões dentro

do Protocolo de Kyoto (CERT – Carbon Emission Reduction Trade) que utiliza diferentes cenários e *curva de custo marginal* (MAC) é que se pretende avaliar a viabilidade econômica da produção de biodiesel através da técnica de transesterificação do óleo de fritura bem como a geração dos créditos de carbono.

#### **1.4.1 Cálculos do Preço do Biodiesel**

Existe muita especulação, quando o assunto é qual a margem de preço do biodiesel e quais os índices que modelam o mesmo. Pois, se pelo do governo tem-se como norma não deixar que as empresas produtoras saibam qual a margem que lhes convém, provocando com isso o aquecimento na hora dos leilões (as licitações) já as empresas não apresentam o custo real da produção do biodiesel sendo uma forte arma econômica frente as concorrentes. Mesmo que exista um grande mistério por todos os envolvidos, é possível delimitar alguns índices que podem ser utilizados como parâmetros na hora de se calcular o preço final do litro do biodiesel. Os principais indicadores de preço do Biodiesel são: A soja, o álcool e o processo químico (FREITAS, 2010)

O primeiro fator a ser considerado é a *Soja*, por ser a matéria prima mais utilizada em mais de 80% de toda a produção de biodiesel no Brasil, sendo assim, a cada cinco litros de biodiesel que chega ao consumidor quatro litros são produzidos através da soja. Logo, o óleo como a matéria prima utilizada possui cerca de 87% do preço final do produto. No caso hipotético de um combustível com preço final em R\$ 1,70 e em média R\$ 1,36 serve apenas para pagar a matéria prima. Os outros 20% são utilizados para todos os gastos que envolvam a produção desde insumos até folha de pagamento de funcionários (HERZOG, GIANINI, 2011).

Partindo dessa análise, verifica-se que as empresas produtoras de biodiesel que utilizam outras matérias prima (Óleo de fritura usado – OFU) obtêm mais lucro, pois a cotação que avalia o preço de custo da matéria prima para produzir biodiesel pela ANP utiliza o preço da soja como principal índice é o que se pode observar na Figura 1.15, mostrando a evolução do preço do óleo de soja no Brasil nas últimas décadas.

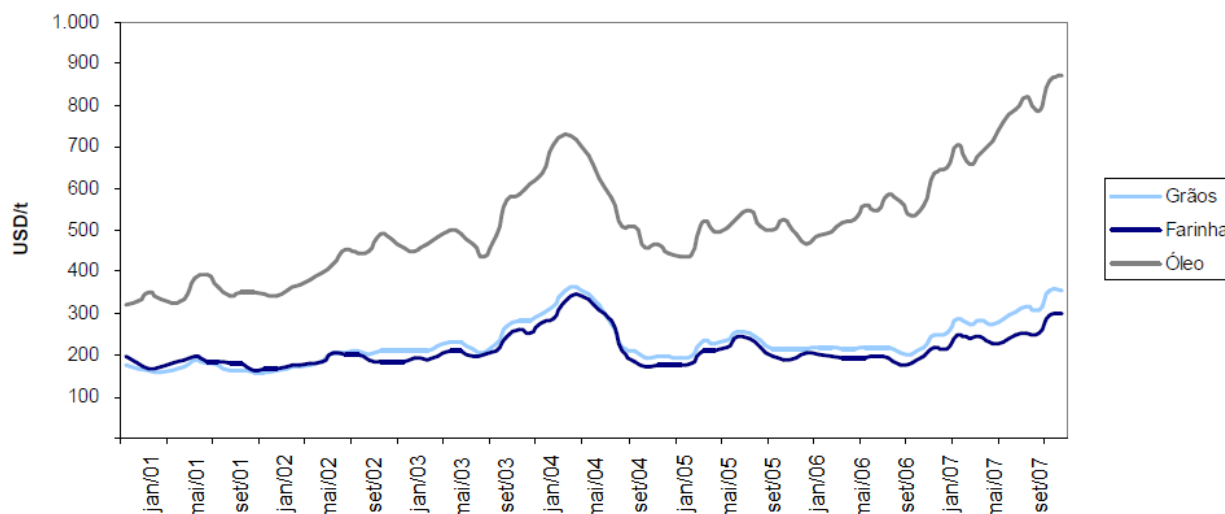


Figura 1.15 – Preço da Soja, no mercado dos commodities – Chicago, 2007.  
 FONTE: ABIOVE, 2007.

O segundo fator a se levar em consideração quando se fala em preço de biodiesel é o fator *Álcool*. Hoje apenas duas cadeias de alcoóis são utilizadas para a produção de biodiesel Metano ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) ou Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) onde a primeira com origem fóssil é a mais utilizada tanto pelo preço quanto pela disponibilidade. Porém, quando se trata de combustível renovável estamos falando diretamente em Etanol, e mais precisamente produzido através da cana-de-açúcar onde o Brasil encontra-se hoje como o segundo produtor mundial produzindo cerca de 26 bilhões de litros por ano (MANSO, 2010).

Apesar de outros fatores, o *Álcool* na produção de biodiesel tem uma representatividade em aproximadamente 10% do valor total do preço da produção de biodiesel que não chega a ser um entrave. Portanto, conclui-se que ao se produzir biodiesel através do processo de transesterificação de óleo de fritura os custos de matéria prima que são de 90% do total dos custos da produção reduzem-se a custo do álcool e a custo do processo. Mais uma vez tal processo de produção apresenta-se como viável e competitivo.

A Figura 1.16 exemplifica os valores aplicados à venda de Álcool Anidro frente ao maior estado produtor de álcool do país, São Paulo.

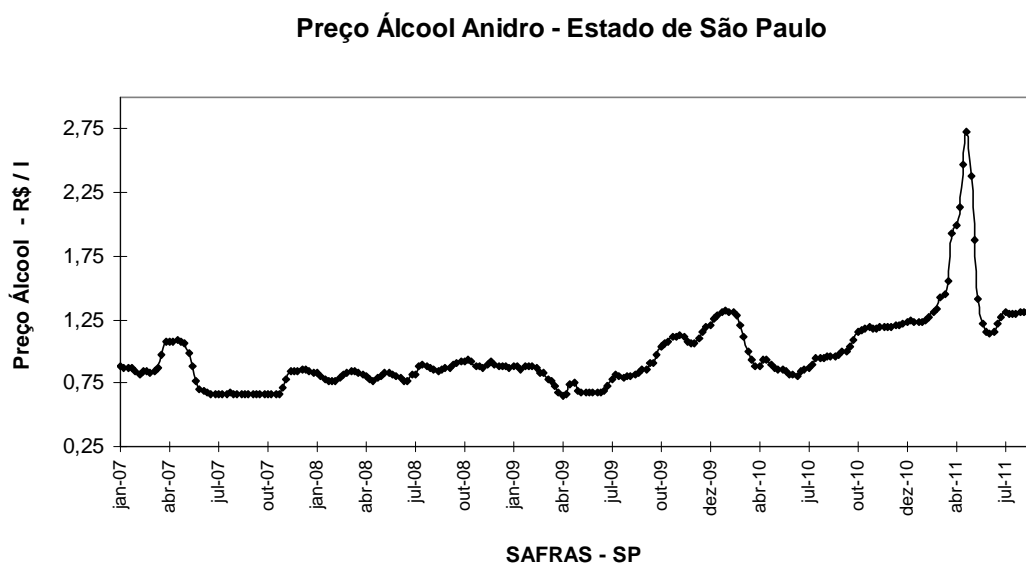


Figura 1.16 – Variação dos preços do álcool, São Paulo, 2007.  
FONTE: CEPEA, 2008.

Terceiro e último fator é o *Processo*, que na verdade vai depender intrinsecamente dos dois primeiros fatores. Neste trabalho a técnica utilizada foi a transesterificação na qual para esse tipo de procedimento foi necessário tratamentos na matéria prima (óleo de fritura) como, separação, decantação, lavagem, secagem com remoção de oxidantes e prevenção de contaminação, onde a principal delas é pela água podendo saponificar a mesma ou gerar uma contaminação microbiana e, além disso, na utilização de reações de aceleração do processo (catalisadores) onde utilizado um catalisador básico KOH (hidróxido de Potássio).

Entretanto, o processo por mais complexo que seja é o que menos interfere no preço do produto final (FREITAS, 2010).

### **1.4.2 O Cenário Nacional**

A descoberta do biodiesel tem sua existência decretada desde o início do século XIX quando o engenheiro Rudolf Diesel criou o motor a diesel, motor esse com uma maior eficiência termodinâmica que fora criado para operar com óleo diesel de origem mineral (CHING, RODRIGUES, 2006).

No Brasil a pesquisas para o uso energético de óleos vegetais tiveram início por volta de 1975, originados pelo programa Pró-óleo – Programa de Óleos vegetais para fins Energéticos. Onde o principal objetivo desse projeto era o de gerar um excedente de óleo vegetal capaz de tornar seus custos de produção competitivos com os do petróleo, juntamente com os institutos de pesquisas, de óleos vegetais, fabricantes de peças automotivas e de produtores de lubrificantes e de combustíveis. E só em 1980, tomou força ao se tornar um Programa Nacional de Óleos vegetais para fins energéticos, através da resolução Nº 07 do Conselho Nacional de Energia (PORTAL BIODIESEL, 2010).

Desde então, várias pesquisas foram realizadas e muitos trabalhos científicos foram publicados e graças ao incentivo tanto das instituições de ensino quanto da Petrobrás (com seus investimentos em pesquisas tecnológicas) o Brasil ocupa hoje a excelente posição de ser o 2º produtor de biodiesel do mundo (MANSO, 2010).

Com a meta de antecipar para 2013 o aumento da cota de adição de biodiesel ao diesel fóssil de 5% para 8% o governo pretende resolver alguns problemas da dependência da oferta do óleo de soja, que atualmente a oferta do grão responde por quase 80% de toda produção de biodiesel. Logo com o aumento da cota o governo pretende que outras fontes (óleos de frituras fazem parte dos 2,41% das fontes juntamente com as demais oleaginosas) sejam incentivadas a produzirem biodiesel como pode ser observado na Tabela 1.4.

Tabela 1.4 – Matéria-prima usada para o biodiesel B100

| <b>Tipo de Oleaginosa</b> | <b>Porcentagem</b> |
|---------------------------|--------------------|
| Óleo de Soja              | 77,51%             |
| Gordura Bovina            | 16,51%             |
| Óleo de Algodão           | 3,56%              |
| Outras                    | 2,41%              |
| <b>Total</b>              | <b>100%</b>        |

FONTE: ANUÁRIO EXAME - ANUÁRIO 2010-2011.

É neste panorama que o óleo de fritura usado, bem como as demais oleaginosas começa a aparecer como uma promissora fonte de geração de biodiesel no setor da produção nacional. Além de ser uma alternativa para reduzir a importação de diesel fóssil o mesmo ainda ajuda a minimizar os impactos ambientais e agregando valores junto aos créditos de carbono, uma vez que já existe projetos aprovados na UNFCC na substituição de combustíveis fósseis por renováveis (projeto 274/2010 – Substituição de combustível – troca de óleo residual por gás natural – SMARCO MINERAÇÃO SA.).



## Cenário Econômico Mundial

---

A economia mundial vem sofrendo oscilando muito nessa última década. E desde os atentados dos 11 de setembro de 2001 as bolsas, em particular a Dow Jones, que é uma das mais fortes do mundo, vêm perdendo muito dinheiro com a desvalorização dos seus papéis. Mas nada se compara com a *Grande Crise de 2008*, com a tão dizimada *bolha imobiliária* que fez despencar o preço dos imóveis americanos devido aos créditos imobiliários fornecido por financeiras com o intuito de lucrar alto em cima da alta valorização dos imóveis da época (BBC, 2008).

Na verdade essa *bolha imobiliária*, ou melhor, estagnação do mercado imobiliário onde ninguém vendia e ninguém comprava enquanto os preços dos imóveis despencavam, foi provocada por vários problemas:

- ✓ Primeiro os créditos *subprime*, ou melhor, créditos de riscos, criados pelas financeiras com o intuito de obter um maior lucro com taxas de juros maiores geraram inadimplência.
- ✓ Esses mesmos créditos denominados NINJA (**No Income, No Job, (and) no Assets**) termo cunhado pela financeira *HCL Finance* na Califórnia ao conceder tais empréstimos sem exigência mínima de bens, renda ou depósitos bancários.
- ✓ Como o sistema imobiliário vivia uma época de valorização as financeiras refinanciavam os proventos da valorização do imóvel aumentando a fatia de lucro.
- ✓ As financeiras compram títulos (previdência, seguros, cartões de crédito pessoal) com os proventos desse ágio obtido pela alta dos valores dos imóveis.
- ✓ A falsa replicação de capitais (emprestar o não se tem), onde várias financeiras refinanciavam valores entre si, gerando falta de liquidez entre os empréstimos firmados entre si que se

desmoronavam nas quitações e nas inadimplências dos empréstimos.

- ✓ O aumento das taxas de juros que num período de menos de dois (02) anos passou de 1% a 5% e em seguida de 5% a 10%.
- ✓ Após a alta dos juros mais de 3 milhões de família se tornaram inadimplentes e deixaram de pagar a hipoteca, deixando as financeiras sem saída.

Frente ao cenário devastador as financeiras não encontravam uma forma de resolver a *bolha* e com a inadimplência das hipotecas os imóveis retornaram como parte do pagamento dos inadimplentes, porém desvalorizados, com isso as financeiras passaram a comercializar seus títulos no mercado de ações.

Transpassando a fronteira americana com a venda dos títulos sem garantia. E a partir daí as bolsas dos mercados de futuros e ações do mundo passaram a considerar esses papéis no jargão dos acionistas como *títulos podres*. (IMF, 2008).

Com a desvalorização dos papéis comercializados, e para amenizar o prejuízo, os investidores começaram a vender suas ações (inclusive papéis sem relação com mercado imobiliário ou de construção civil), causando uma maior oferta e desvalorizando ainda mais as ações levando pânico e gerando o efeito *dominó* entre os investidores (GLOBO, 2008).

Frente ao cenário, e temendo que a crise tocasse a esfera da economia real, os Bancos Centrais (BC) foram conduzidos a injetarem liquidez no mercado interbancário, para evitar que a crise se ampliasse em escala mundial. A crise chegou ao seu ápice em meados de 2008 com a estatização da gigante do mercado de empréstimos pessoais e hipotecas - a *Federal National Mortgage Association* (FNMA), também conhecida como "*Fannie Mae*" e com o pedido de concordata de alguns bancos tipo o Inglês *Lehman Brothers* com mais de 150 anos de existência.(IMF, 2008).

Com isso o governo americano cortou gastou públicos e investiu numa primeira instância US\$ 850 bilhões para resolver o problema onde US\$ 700 Bilhões foram utilizados para compra dos títulos e outros US\$ 150 Bilhões foram acrescentado pelo senado americano com cortes de impostos e incentivos fiscais. (ECONOMIA UOL, 2008).

Os impactos dessa crise repercutem até os dias atuais, pois a economia internacional está interligada e com advento da globalização os índices são refletidos em questões de segundos. Após as medidas de socorro a BOVESPA sofreu uma queda de 10,16% em 29 de setembro de 2008 (chegando a 45.622,61 pontos) tendo suas operações interrompidas como medidas de conter o ímpeto.

Apesar do cenário devastador, países emergentes como o Brasil, Índia e China, estão menos veneráveis que os países ricos. No caso do Brasil o governo tem sido cauteloso mantendo a alta dos juros e controlando a inflação e com isso tem obtido sucessivos superávits fiscais. (EXAME, 2011 b)

Nas Figuras 1.17 e 1.18 podemos observar a variação da DOW JONE e da BOVESPA desde o período da grande crise até os dias atuais:



Figura 1.17 – Índice de variação da bolsa *Dow Jones* de 2007 a 2011.  
FONTE: YAHOO, 2011.

Na Figura 1.19, os cenários entre os índices da bolsa *Dow Jones* em relação aos papéis negociados na Bovespa eram completamente diferentes. Enquanto a Dow Jones vinha tendo leves quedas desde início de 2007 até desabarem com a crise do mercado imobiliário em 2008, a Bovespa vinha tendo um dos melhores anos e estavam em alta (70.000 pontos), porém, o efeito dominó e a correlação refletiram imediatamente nos papéis pelas incertezas do mercado internacional provocando

uma baixa nos valores dos papéis negociados no Brasil em torno de 30.000 pontos até o início de 2009. Só no final de 2010 foi que a Bovespa voltou a operar acima dos 65.000 pontos.



Figura 1.18 – Índice de variação da bolsa BOVESPA de 2007 a 2011.  
FONTE: YAHOO, 2011.



Figura 1.19 – Comparativo entre as bolsas: Bovespa, Dow Jones e Nasdaq de 2007 a 2011.  
FONTE: YAHOO, 2008.

Porém, é possível observar a correlação entre as principais bolsas mundiais na figura 1.19, onde há praticamente um reflexo da crise sendo propagada pelo mundo.

É neste cenário que os valores dos papéis, os bônus verdes, ou melhor, as RCEs (Certificados e Emissão de Redução) que vinham sendo negociadas frente a uma das maiores bolsas de mercado de Ações & Futuros internacionais a CCX (Chicago Climate Exchange), também sofreram. As RCEs começaram a ter uma queda de valor ao serem negociadas frente às bolsas (PEREIRA, 2011).

Porém, não só a crise econômica internacional de 2008 foi fundamental para essa desvalorização, bem como, o alcance das metas estabelecidas entre os principais países da União Européia que ajudaram a reduzir ainda mais o valor do crédito de carbono. Os volumes dos negócios despencaram de US\$ 7,4 Bilhões em 2007 para US\$ 1,5 Bilhão em 2010, como mostra a Figura 1.20.

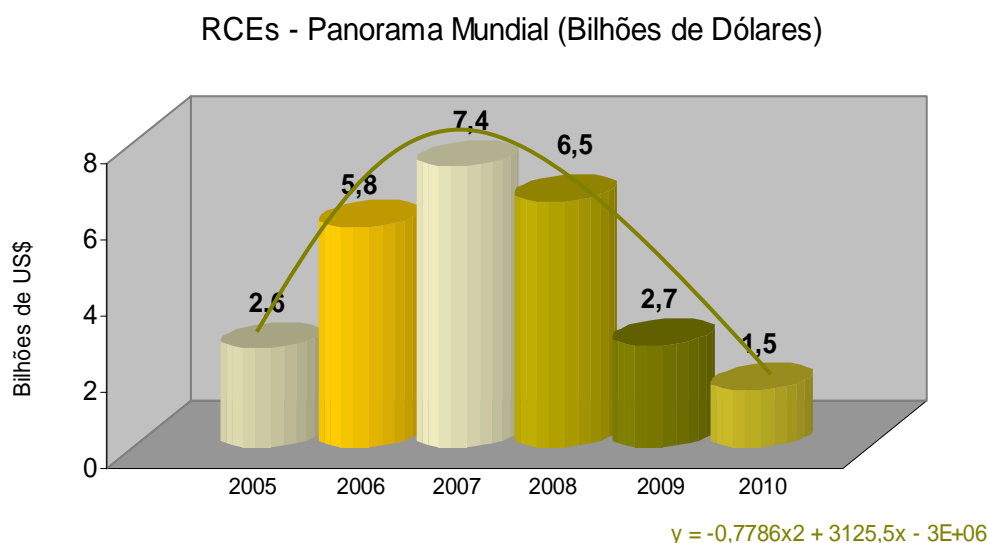


Figura 1.20 – Panorama Mundial em Bilhões de US\$ mercado de Créditos de Carbono. Fonte: PEREIRA, 2011 adaptado pelo autor.

Além da crise econômica mundial, outro índice que agiu de forma negativa em relação aos valores dos papéis das RCEs negociadas levando a uma forte queda os valores das mesmas, foi o fato de muitos países da união européia terem atingidos suas principais metas de redução de emissão na sua grande maioria causando uma redução na busca dos projetos e provocando uma aumento na oferta das RCEs que resultam numa desvalorização dos papéis negociados.

Porém, apesar deste quadro ser alarmante e o valor do crédito de carbono comercializado nessas mesmas bolsas (CCX, EXAA (Áustria), NordPoll (Oslo) ) de valores tenham obtido uma considerável melhora em 2010, o mesmo voltou a cair seguindo a tendência das bolsas internacionais em 2011 terminando o primeiro semestre do ano sendo negociadas a US\$ 7,4 por tonelada de CO<sub>2</sub> conforme a Figura 1.21.

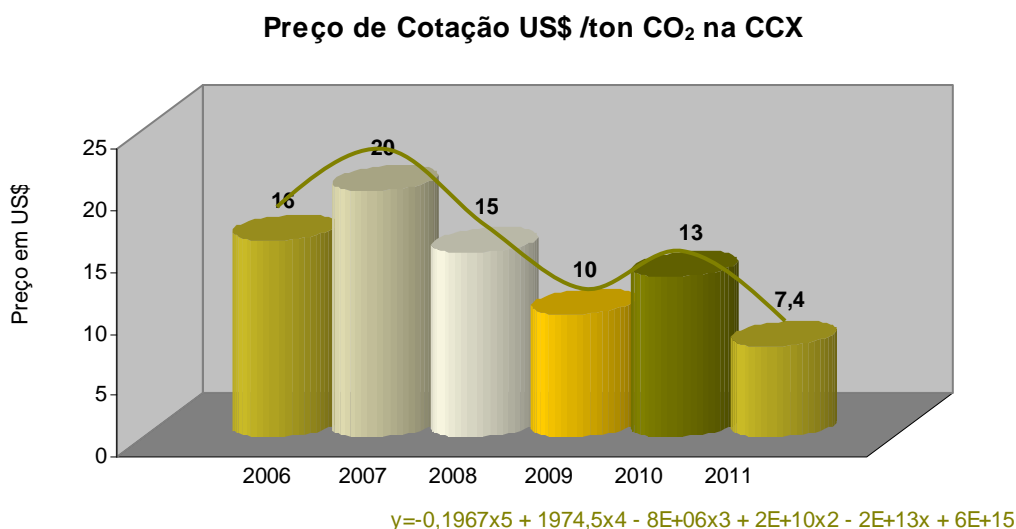


Figura 1.21 – Variação de preço do valor de um crédito de Carbono, CXX.  
Fonte: PEREIRA, 2011 adaptado pelo autor.

Os números nos mostra a importância da próxima reunião as Partes (COP) que será realizada juntamente após o término da vigência da primeira etapa do protocolo de kyoto, onde o mesmo expira no final de 2012. Novas medidas serão estabelecidas e com isso as incertezas sobre as novas metas de redução dos Gases de Efeito Estufa (GEEs) serão sanadas trazendo um novo panorama para este imprescindível mercado, na luta pela existência do planeta.

### 1.5.1 A Carga Tributária brasileira

O regime tributário é a principal escolha que deve ser feita ao se abrir um empreendimento no Brasil. O mesmo deverá ser efetivado anualmente através dos administradores das empresas em questão. O regime tributário nacional se subdivide em quatro, Lucro Arbitrado, Lucro Presumido, Lucro Real e Simples Nacional.

Sendo assim, apenas o primeiro, Lucro Arbitrado, será descartado das discussões.

O regime mais utilizado tanto nas micro e pequenas empresas é o sistema Simples Nacional, onde todos os impostos foram incluídos em uma única alíquota, porém para cada ramo de atividade será indicado sua alíquota correspondente.

O lucro presumido possui uma forma simples de se tributar o imposto de renda e a contribuição social podendo apenas participar dessa regra tributária apenas as empresas onde o seu faturamento anual seja inferior a quatro milhões de reais (R\$ 4.000.000,00) e que não sejam obrigadas a utilizar o regime de tributação de lucro real. No presumido, o lucro não é apurado, mas existe uma presunção legal do lucro sobre o faturamento onde a prestação de contas deve ser feita mensalmente frente à Receita Federal. Porém, tanto o IRPJ quanto a CSLL são recolhidos trimestralmente.

No regime do lucro real o regime de recolhimento frente à Receita Federal pode ser feita tanto trimestralmente quanto anualmente e deve ser escolhido no início do ano base. As diferenças entre este regime o antecessor (o presumido) se dá apenas no que se refere ao recolhimento do PIS e do COFINS, pois no restante das tributações são idênticos. O ICMS (Imposto sobre mercadorias e prestação de serviços) é uma alíquota estabelecida como se fosse um padrão, porém pode variar de acordo com os estados do Brasil.

Como se pode observar, a quantidade de impostos é grande (PIS, COFINS, IPI, ISS, ICMS e INSS) além de IRPJ (Imposto de Renda de Pessoa Jurídica) e CSLL (Contribuição Social sobre o Lucro Líquido) e de variadas naturezas. O que dificulta o entendimento e mais que isso promove um ágio significativo na balança comercial inflacionando os preços dos produtos nacionais bem como no caso da produção nacional de biodiesel (SILVA, 2009).

As tributações muitas vezes ocorrem em mais de uma etapa do processo, mais uma vez no caso do biodiesel tanto na etapa da extração e produção bem como na etapa da distribuição e revenda algumas tributações permitem que os produtos nacionais percam a força frente aos importados. A Tributação Federal pode ser vista em detalhes na Tabela 1.5.

Tabela 1.5 – Tributação Federal na Matriz de Combustíveis

| Combustíveis     | Produção de óleo                         | Distribuição                      | Revenda |
|------------------|--|-----------------------------------|---------|
| Gasolina         | PIS/PASEP<br>COFINS/CIDE<br>ICMS/ICMS ST | -                                 | -       |
| Óleo diesel      | PIS/PASEP, COFINS<br>CIDE, ICMS/ICMS ST  | -                                 | -       |
| GLP              | PIS/PASEP, COFINS<br>CIDE, ICMS/ICMS ST  | -                                 | -       |
| Álcool hidratado | PIS/PASEP, COFINS,<br>ICMS               | PIS/PASEP, COFINS<br>ICMS/ICMS ST | -       |
| Biodiesel        | PIS/PASEP, COFINS,<br>ICMS               | ICMS/ICMS ST                      | -       |
| Álcool anidro    | PIS/PASEP, COFINS                        | -                                 | -       |

Fonte: MME 2006 e Convênio de ICMS nº 08 de 30 de Março de 2008.

### 1.5.2 O tratamento tributário no Brasil

A natureza jurídica dos créditos de carbono já foi discutido na revisão bibliográfica desta pesquisa, porém a discussão frente ao tema ainda está longe de chegar ao fim. Os tributos até então relacionados como possíveis de incidir sobre o mercado de créditos de carbono são da espécie denominados *impostos*; ora federais, estaduais ou até mesmo municipais (IRPJ, IOF, ICMS, ISS, IPI, entre outros).

Uma vez que, constitucionalmente, a receita advinha da tributação pelos impostos não deve ter finalidade específica, conclui-se que essa espécie tributária, inicialmente, não seria a mais adequada em virtude da insegurança quanto à destinação das respectivas receitas tributárias, podendo promover desvios dos recursos arrecadados, gerando prejuízos ao meio ambiente.

#### 1.5.2.1 PIS / COFINS / CSLL

No que trata a decisão no processo de consulta nº 59/2008 ter sustentado haver uma isenção do PIS e da COFINS nas sessões de créditos de carbono ao exterior, nos termos do artigo 14, inciso III e § 1º, da Medida Provisória 2.158-35/2001, a própria Constituição Federal, em seu artigo 149, § 2º, inciso I, abaixo descrito, onde aniquilaria a incidência de contribuições sociais e de intervenção econômica sobre as receitas decorrentes de exportação:



“Art. 149. Compete exclusivamente à União instituir contribuições sociais, de intervenção do domínio econômico e de interesse das categorias profissionais ou econômicas, como instrumento de sua atuação nas respectivas áreas, observado o disposto nos arts. 146, III, e 150, I e III, e sem prejuízo do previsto no art. 159, § 6º, relativamente às contribuições a que alude o dispositivo”.

§ 2º As contribuições sociais e de intervenção no domínio econômico de que trata o caput deste artigo:

I - “Não incidirão sobre as receitas decorrentes de exportação”.

Logo, fica claro que os impostos supra-citados ficarão isentos de tributação.

#### **1.5.2.2 ISS/ ISSQN /IOF**

Quanto à tributação do Crédito de Carbono pelo imposto sobre serviços – ISS, está descartada, visto que a transação de bens intangíveis não é classificada como prestação de serviços em vista do conceito jurídico da obrigação de fazer em detrimento da ceder, transferir a coisa.

Mais uma vez tornaria uma violação ao CTN (artigo 110), caso desejasse a tributar com ISS/ISSQN os Créditos de Carbono, pois com disse Aires Barreto, após a promulgação da atual Constituição Federal:

“O ISS, a luz da Constituição, não pode incidir onde não haja prestação de serviço. E essa impossibilidade conduz, inexoravelmente, à Inconstitucionalidade da instituição e exigência desse tributo.” [...]

[...] “só há ISS debaixo de uma relação jurídica instaurada entre prestador e tomador de serviço.”

Caso possa-se classificar os créditos de Carbono como ativos financeiros derivativos consequentemente como títulos ou valores imobiliários os mesmo poderão sofrer a incidência do IOF (Imposto sobre Operações Financeiras).

## ANEXOS

### ANEXO A

#### Relatório de Conferência das Partes em sua terceira Sessão

Quadro Total das emissões de dióxido de carbono das Partes do Anexo I em 1990, para os fins do artigo 25 do Protocolo de Kyoto.

| Países  | Parte Emissões (Gg) | Porcentagem % |
|---|---------------------|---------------|
| Alemanha  | 1.012.443           | 7,4           |
| Austrália   | 288.965             | 2,1           |
| Áustria   | 59.200              | 0,4           |
| Bélgica   | 113.405             | 0,8           |
| Bulgária  | 82.990              | 0,6           |
| Canadá  | 457.441             | 3,3           |
| Dinamarca   | 52.100              | 0,4           |
| Eslováquia  | 58.278              | 0,4           |
| Espanha   | 260.654             | 1,9           |
| Estados Unidos da América                         | 4.957.022           | 36,1          |
| Estônia   | 37.797              | 0,3           |
| Federação Russa                                   | 2.388.720           | 17,4          |
| Finlândia   | 53.900              | 0,4           |
| França  | 366.536             | 2,7           |
| Grécia  | 82.100              | 0,6           |
| Hungria   | 71.673              | 0,5           |
| Irlanda   | 30.719              | 0,2           |
| Islândia  | 2.172               | 0,0           |
| Itália  | 428.941             | 3,1           |
| Japão   | 1.173.360           | 8,5           |
| Letônia   | 22.976              | 0,2           |
| Liechtenstein                                     | 208                 | 0,0           |
| Luxemburgo  | 11.343              | 0,1           |
| Mônaco  | 71                  | 0,0           |
| Noruega   | 35.533              | 0,3           |
| Nova Zelândia                                     | 25.530              | 0,2           |
| Países Baixos                                     | 167.600             | 1,2           |
| Polônia   | 414.930             | 3,0           |
| Portugal  | 42.148              | 0,3           |
| Reino Unido da Grã-Bretanha<br>e Irlanda do Norte | 584.078             | 4,3           |
| República Checa                                   | 169.514             | 1,2           |
| Romênia   | 171.103             | 1,2           |
| Suécia  | 61.256              | 0,4           |
| Suíça   | 43.600              | 0,3           |
| <b>Total</b>                                      | <b>13.728.306</b>   | <b>100,0</b>  |

## ANEXO B

Quadro adaptado de UNFCCC dos Projetos aprovados e em análise que dizem respeito à energias renováveis. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/DOE/scopes.html#1>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

Escopos setoriais relacionadas com metodologias aprovadas e não (versão 28 ago 11 | 01:55)

| Número escopo | Escopo Setorial  | Metodologia  | Aprovado Pequena Escala<br>Metodologias   | Aprovado Consolidado<br>Metodologias  | EODs acreditados para validação   | EODs credenciado para a verificação   |
|---------------|--|--|---|---|---|---|
| 1             | Indústrias de energia (fontes renováveis - / não renováveis) | <a href="#">AM0007</a><br><a href="#">AM0014</a><br><a href="#">AM0019</a><br><a href="#">AM0024</a><br><a href="#">AM0025</a><br><a href="#">AM0026</a><br><a href="#">AM0029</a><br><a href="#">AM0035</a><br><a href="#">AM0036</a><br><a href="#">AM0042</a><br><a href="#">AM0044</a><br><a href="#">AM0045</a><br><a href="#">AM0048</a><br><a href="#">AM0049</a><br><a href="#">AM0052</a><br><a href="#">AM0053</a><br><a href="#">AM0054</a><br><a href="#">AM0055</a><br><a href="#">AM0056</a><br><a href="#">AM0058</a><br><a href="#">AM0061</a><br><a href="#">AM0062</a><br><a href="#">AM0069</a><br><a href="#">AM0072</a><br><a href="#">AM0074</a><br><a href="#">AM0075</a><br><a href="#">AM0076</a><br><a href="#">AM0077</a><br><a href="#">AM0081</a><br><a href="#">AM0084</a><br><a href="#">AM0085</a><br><a href="#">AM0087</a><br><a href="#">AM0089</a><br><a href="#">AM0094</a> | <a href="#">AMS-IA</a><br><a href="#">AMS-IB</a><br><a href="#">AMS-IC</a><br><a href="#">AMS-ID</a><br><a href="#">AMS-IE</a><br><a href="#">AMS-SE</a><br><a href="#">AMS-IG</a><br><a href="#">AMS-IH</a><br><a href="#">AMS-II</a><br><a href="#">AMS-IJ</a><br><a href="#">AMS-II.B.</a><br><a href="#">AMS-III.AG.</a><br><a href="#">AMS-III.AH.</a><br><a href="#">AMS-III.AM.</a><br><a href="#">AMS-III.AR.</a><br><a href="#">AMS-III.B.</a> | <a href="#">ACM0002</a><br><a href="#">ACM0006</a><br><a href="#">ACM0007</a><br><a href="#">ACM0009</a><br><a href="#">ACM0011</a><br><a href="#">ACM0012</a><br><a href="#">ACM0013</a><br><a href="#">ACM0017</a><br><a href="#">ACM0018</a> | AENOR<br>Applus<br>BVCH<br>CCSC<br>CEC<br>CEPREI<br>CQC<br>CRA<br>Verifique carbono<br>DNV<br>Deloitte-TECO<br>EMC<br>ERM CVS<br>GLC<br>HKQAA<br>ICONTEC<br>JACO<br>JCI<br>JMA<br>JQA<br>KBS<br>KEMCO<br>KFQ<br>KPMG-AZSA<br>KSA<br>LRQA<br>NKKKQA<br>PJRCES<br>RINA<br>SGS<br>SIRIM<br>SQS<br>Shin Nihon<br>TUEV<br>Rheinland<br>TÜV Nord<br>TÜV SÜD | AENOR<br>Applus<br>BVCH<br>CCSC<br>CEC<br>CEPREI<br>CQC<br>CRA<br>Verifique carbono<br>DNV<br>Deloitte-TECO<br>EMC<br>ERM CVS<br>GLC<br>HKQAA<br>ICONTEC<br>JACO<br>JCI<br>JMA<br>JQA<br>KBS<br>KEMCO<br>KFQ<br>KPMG-AZSA<br>KSA<br>LRQA<br>NKKKQA<br>PJRCES<br>RINA<br>SGS<br>SIRIM<br>SQS<br>Shin Nihon<br>TUEV<br>Rheinland<br>TÜV Nord<br>TÜV SÜD |

## ANEXO C

### *Metodologias aprovadas junto ao CEMDL por escopo*

| <b>Escopo</b>   | <b>Número de metodologias *</b> |
|---|---------------------------------|
| <i>Indústrias de energia (fontes renováveis - / não renováveis) (1)</i>                 | 59                              |
| Distribuição de energia (2)   | 3                               |
| Demanda de energia (3)  | 21                              |
| Indústrias transformadoras (4)  | 28                              |
| Indústrias químicas (5)   | 20                              |
| Construção (6)  | 0                               |
| Transporte (7)  | 12                              |
| Mineração / produção mineral (8)  | 1                               |
| Produção de metal (9)   | 7                               |
| <i>Emissões fugitivas de combustíveis (óleo, sólidos e gás) (10)</i>                    | 8                               |
| Emissões fugitivas da produção e consumo de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre (11) | 9                               |
| Uso de solvente (12)  | 0                               |
| Manuseio e eliminação de resíduos (13)  | 20                              |
| Florestamento e reflorestamento (14)  | 21                              |
| Agricultura (15)  | 6                               |
| * A metodologia pode ser ligado a mais de um escopo                                     |                                 |

Fonte: Disponível em:

<<http://cdm.unfccc.int/Statistics/Methodologies/ApprovedMethPieChart.html>>

## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). *Dados estatísticos*, Brasília, 2009.

Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>> Acesso em: 22 maio 2009.

ANÁLISE energia: *quem é quem no setor energético brasileiro*: anuário 2008. [S.l.]: Análise, 2008. 330p.

\_\_\_\_\_: *Especial - ENERGIAS RENOVÁVEIS*: anuário 2010. [S.l.]: Análise, 2010. 178 p.

AQUINO, R. S. L. – História das sociedades: *Das Sociedades Modernas às Sociedades Atuais*. 33ª ed. Revisada e Atualizada. – Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2007. 429 p.

BARNHORST, J. A., STALEY, M. D.; OESTER, D. A. *Transesterification process*, U.S. Patent 6,489,496, 3 Dec. 2002.

BBC (2007) – *Mundo terá 9 bilhões de pessoas em 2050, diz ONU*. Disponível em: <[http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2007/06/070627\\_relato\\_riopopulacao2007\\_pu.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2007/06/070627_relato_riopopulacao2007_pu.shtml)>. Acesso em: 2 Junho 2010.

BBC (2008) - *Plano 'não salvará economia', dizem jornais dos EUA*. Disponível em : < [http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2008/09/080929\\_presspacoteua\\_fp.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2008/09/080929_presspacoteua_fp.shtml)> Acesso em: 01 de Ago de 2011.

BiodeiselBR: *Da Cozinha para a Usina*. Ecoville, Curitiba, PR., v.1, nº .4, p.16-22, abr./maio. 2008.

\_\_\_\_\_: *A alquimia do Preço*. Ecoville, Curitiba, PR., v.3, nº .18, p.34-39, ago./set. 2010.

BIODIESELBR (2009) *O PROFETA DO FIM DO PETRÓLEO*, por Leonardo Attuch. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/energia/profeta-fim-petroleo-20-07-09.htm>> Acesso em, 20 Julho de 2009.

BOLETIM PETRÓLEO (2011) – *Boletim da Produção de Petróleo e Gás natural 2011*. Disponível em <<http://www.anp.gov.br>>, Acesso em 15 de Jan 2011.

BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO. Definição extraída do Dicionário de Finanças, disponível em: <<http://www.bovespa.com.br>>. Acesso em 05 Jun. 2009.

CADERNO TEMÁTICO, *A Nutrição e o Consumo Consciente* / prefácio de Heitor Mattar. São Paulo: Instituto Akatu, 2003 111 p.: il.

CAPRA, F. *A teia da vida: uma nova compreensão dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 1996.

CERVERÓ, J. M.; COCA, J.; LUQUE, S. Production of biodiesel of vegetable oils. *Grassas y Aceites*, 59 (1), Enero-Marzo, 76-83, 2008.

CHICAGO Climate Exchange is the world's first and North America's only voluntary, legally binding rules based greenhouse gas emissions allowance trading system. Disponível em: <<http://www.chicagoclimatex.com>>. Acesso em: 10 Março. 2009.

CHING, RODRIGUES. *Biodiesel*. Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE, 2006.

CONEJERO, M. A. *Marketing de Créditos de Carbono: Um estudo Exploratório*. 206f. Tese (Dissertação de Pós-Graduação em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 2006.

COSTA NETO, P. R.; ROSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. *Quim. Nova*, 23, 531, 2000.

DIÁRIO DO PRE-SÁL (2008) – *Blog com notícias sobre o pré-sal, petróleo da camada pré-sal*. Disponível em: <<http://diariodopresal.wordpress.com>> Acesso em: 12 de Fev 2011.

(ECONOMIA UOL, 2008) - *Senado dos EUA aprova pacote e amplia gastos para US\$ 850 bi*. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/ultnot/2008/10/02/ult4294u1698.jhtm>>. Acesso em: 15 de Jun de 2011.

EPE – *Balanço Energético Nacional 2009 – Ano base 2008: Resultados Preliminares* - Rio de Janeiro: EPE, 2009. 48 p.

\_\_\_\_\_: *Estudo das condições estabelecidas no tratado de quioto e resoluções internacionais de sua atualização* – Ano base 2009. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/Estudos\\_29/EPE%20-%201%C2%BA%20Bio%20combust%C3%ADveis%20x%20MDL.pdf](http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/Estudos_29/EPE%20-%201%C2%BA%20Bio%20combust%C3%ADveis%20x%20MDL.pdf)> Acesso em 31 Ago 2011.

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

FOLHA (2008) - *Petrobras vai buscar tecnologia de maior rentabilidade para explorar pré-sal*, Publicado em 01/09/2008 Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u435816.shtml>> Acesso em 20 Fev 2009.

FORTUNA, E. – *Mercado Financeiro: produtos e serviços*, 17. ed. Rio de Janeiro: Quality-mark, 2008.

FREITAS, R. C. A alquimia do preço. *biodieselbr*, Ourinhos, SP. , v.3, nº 18, p.34-39, ago/set. 2010.

GALVÃO, F. O mercado de créditos de carbono: fundos de investimentos já trabalham com os chamados “bônus verdes.” *Isto é dinheiro*, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.istoedinheiro.com.br>>. Acesso em: 12 Maio de 2009.

GLOBO, O. *Bovespa fecha em baixa de mais de 7% arrastada pela crise do Lehman Brothers e outras empresas financeiras americanas.* Disponível em:< [http://oglobo.globo.com/economia/mat/2008/09/15/bovespa\\_fecha\\_em\\_baixa\\_d\\_e\\_mais\\_de\\_7\\_arrastada\\_pela\\_crise\\_do\\_lehman\\_brothers\\_outras\\_empresas\\_financeiras\\_americanas-548223049.asp](http://oglobo.globo.com/economia/mat/2008/09/15/bovespa_fecha_em_baixa_d_e_mais_de_7_arrastada_pela_crise_do_lehman_brothers_outras_empresas_financeiras_americanas-548223049.asp)>. Acesso em 26 de Mar de 2011.

HAWKING, S. *O universo numa casca de noz.* São Paulo: Arx, 2001.

HERZOG, A. L. GIANINI, T. O Futuro Da Energia. *EXAME*, Freguesia do Ó. São Paulo, SP. , v.45, nº 7, p.158-166, 20/04/2011.

HINRICHS, R. A., KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. Tradução da 3ª ed. norte-americana. São Paulo. Pioneira Thomson Learning, 2003.

HOBBSAWN, E. J. *Era dos Extremos: O Breve Século XX: 1914-1991.* 2ª edição. 8ª Reimpressão. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

HYPROTECH CENTRE LTD. *HYSYS: simulation basis, Version 7.0.1*, Canadá: HYPROTECH, 2009. 378 p.

IEA (2008) - Disponível em:<<http://www.eia.doe.gov/emeu/international/petroleu.html>>. (maiores produtores de petróleo). Acesso em: 20 Mar 2009.

International Marxist Tendency (IMT, 2008) - *World economy in crisis - The financial panic: where are we now?*. Disponível em: < <http://www.marxist.com/financial-panic-where-are-we-now-portuguese.htm>>. Acesso em: 10 de Ago 2011.

KYOTO PROTOCOLO, 1997. United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em: <[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)>. Acesso em: 08 Jun. 2009.

LOPEZ, A., ATTUY, G., PALUDETTO, H. Energia Renovável Avança Na Matriz. *Análise | ENERGIA - ANUÁRIO 2010*, São Paulo, SP.

MACHADO, A. C. *Pensando a Energia.* Eletrobrás. Rio de Janeiro, 1998.

MANSO, U. A. A Retomada Das Licitações na Era do Pré-Sal. *anúário EXAME-INFRAESTRUTURA 2010-2011*, Freguesia do Ó. São Paulo, SP. , p.104-114, dez / 2010.

MELO J. E. S. de – *ICMS: teoria e prática*, 7ª . ed. São Paulo: Dialética, 2004.

MENDONÇA, R. M. de L. *Avaliação de Ciclo e Vida do Carbono na Queima de Biodiesel à Base de Óleo de Soja*. 2007. 110f. Tese (Mestrado em Ciências Mecânicas) – Universidade de Brasília – Brasília – DF, 2007.

Ministério do Minas e Energia (MME) - *Plano Decenal de Expansão de Energia 2008 – 2017*. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pde\\_2008\\_2017/PDE2008-2017\\_Vol1\\_14-07\\_menor.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pde_2008_2017/PDE2008-2017_Vol1_14-07_menor.pdf)> Acesso em: 06 Jul 2010.

\_\_\_\_\_: *A tributação dos combustíveis no Brasil*. Brasília, 24 abr. 2006.

MONTEIRO, K. V. *Carvão: O combustível de ontem*, Porto Alegre,RS. Núcleo Amigos da Terra Brasil, 2004.

MOURA, L. A. A. *qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14000 nas empresas*. 3. ed. São Paulo: Juarez de Oliveira 2002.

MOTA, H. G. da e BOMBACK, M. *Viabilidade De Geração De Créditos De Carbono A Partir Da Produção De Biodiesel No Cenário Brasileiro*. 2003. 120f. Tese (graduação engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Sorocaba, 2003.

PARENTE, E. J. de S. et al. *Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado*. Fortaleza: Tecbio, 2003.

PENIDO, H. R. Biodiesel: debates e propostas. *A inclusão social, a preservação ambiental e os ganhos econômicos*. Jus Navigandi, Teresina, ano 9, n. 673, 9 maio 2005. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=6702>>. Acesso em: 20 Mar. 2009.

PEREIRA, J. A. G., *O fim do mercado de carbono?* EXAME 2011, Freguesia do Ó. São Paulo, SP. ano 45, n. 12, ed. 995 , p.112-113, Jun / 2011.

Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) / Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. \_ Brasília: MME: EPE, 2007. p 324: il.Plano Nacional de Energia 2030.

POINT CARBON.ROINE, K.; E. TVINNEREIM e H. HASSELKNIPPE. *Point Carbon (2008): “Carbon 2008 - Post-2012 is now”*.5 ° Conferência Anual da Point Carbon. Carbon Market Insights 2008 in Copenhagen 11 - 13 March 2008. 60 p. Disponível em: <[http://www.pointcarbon.com/polopoly\\_fs/1.912721!Carbon\\_2008\\_dfgt.pdf](http://www.pointcarbon.com/polopoly_fs/1.912721!Carbon_2008_dfgt.pdf)> Acesso em 10 de junho de 2010.

PORTAL BIODIESEL. *Programa Nacional de Produção de Biodiesel*. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em 25 de junho de 2009.

PORTAL TRIBUTÁRIO. Lucro Real e lucro presumido. Disponível em : <<http://w>



[www.portaltributario.com.br/noticias/lucroreal\\_presumido.html](http://www.portaltributario.com.br/noticias/lucroreal_presumido.html)> Acesso em: 26 de Set 2011.

PROTEFER, Crédito de Carbono o melhor para mundo? Disponível em: <<http://www.protefer.com/noticias.php?ver=971>>. Acesso em: 12 jun. 2009.

REIS, L. B. *Geração de Energia Elétrica: tecnologia, inserção ambiental, planejamento, operação e análise de viabilidade*. 3 ed. Barueri-SP. Manole, 2003.

RIBEIRO, N. M. *O processo de transesterificação*. Projeto Biodiesel. Universidade Federal da Bahia. Segunda Reunião da Rede Cooperativa de biodiesel do Nordeste, 2006.

RIBEIRO, M. S. *O tratamento contábil dos créditos de carbono*. 2005. 90 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005.

RIFKIN, J. *Quando Não Houver Mais Petróleo... A Economia do Hidrogênio e a criação de uma Nova Fonte de Energia e a Redistribuição do Poder na Terra*. São Paulo: Makron Books, 2003.

ROCHA, M. T. *Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT*. 2003. 196 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ROSSI, Luciano F. S. Artigo científico: *Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras*. Centro de Pesquisa em Química Aplicada - Departamento de Química - Universidade Federal do Paraná - CP 19081 - 81531-970 Curitiba – PR, 1999.

SAQUÁ, 2010 – *O Pré-Sal vai dominar o Congresso* – Disponível em: <<http://www.osaqua.com.br>> Acesso em 08 de Dez 2010.

SEIFFERT, M. E. B. *Mercado de Carbono e Protocolo de Quioto: Oportunidades de negócio na busca da sustentabilidade*. São Paulo. ed. Atlas 2009.

(UNFCC, 2010) *United Nations Framework Convention on Climate Change* – Disponível em: <<http://www.unfccc.int>>. Acesso em 07 Jan 2011.

VIDA E SAÚDE (2009) – *Desperdício de Alimentos é Preocupante no Brasil* – Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br/canal/vida-e-saude>> Acesso em 21 Ago 2009.

WIGGES, V. R. *Produção de Biocombustível por craqueamento térmico de óleos e gorduras*. 2007. 157.f. Tese (Doutorado em engenharia química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Campinas, 2007.

YAHOO (2011) *Mercados, investimentos, moedas e notícias*. Disponível em: <<http://br.finance.yahoo.com/echarts?s=^BVSP>> Acesso em: Jun 2011.

YAMIN, E. *climate change and carbon markets: a handbook of emission reduction mechanism*. London: Earthscan, 2006.

## **CAPÍTULO 2**

---

## Artigo Científico

---

### **Análise da Viabilidade do Processo de Produção de Biodiesel utilizando Óleo Residual de Fritura na Geração de Créditos de Carbono**

Gustavo Henrique Raposo Macêdo<sup>1</sup>.; Valdemir Alexandre dos Santos<sup>2</sup>.; Eliane Cardoso de Vasconcelos<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Mestrado de Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco, Recife-PE, Brasil*

*<sup>2</sup>Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Católica de Pernambuco, Rua do Príncipe, n. 526, Bl. D, Boa Vista – CEP: 50050-900, Recife-PE, Brasil*

## **RESUMO**

A utilização do biodiesel tem apresentado um potencial promissor no mundo inteiro. Em primeiro lugar, pela sua enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, e, em segundo lugar, como fonte estratégica de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo. O óleo de fritura usado (OFU) surge como mais uma matéria prima que pode ser transformada em biodiesel de alta qualidade, e que está sendo desperdiçado e descartado no meio ambiente de forma incorreta, aumentando ainda mais os níveis de poluição. Neste trabalho, foi realizado um estudo visando analisar a viabilidade da produção de biodiesel obtido através da transesterificação de óleos de frituras residuais na geração de créditos de carbono. A metodologia utilizada teve como foco principal a viabilidade econômica do processo, que classificou como principal fator, a avaliação do custo dos insumos. De acordo com os resultados obtidos, a viabilidade do processo de produção de biodiesel, apresenta grande vantagem no setor ambiental, com a redução dos GEE, além de gerar divisas ao país através das emissões de certificados de créditos de carbono.

**Palavras-chave:** Biocombustível, análise de viabilidade, créditos de carbono, MDL, óleo residual de fritura

## **ABSTRACT**

The use of biodiesel has shown a promising potential in the world. Firstly, for its enormous contribution to the environment, with qualitative and quantitative reduction of environmental pollution, and, secondly, as a strategic source of renewable energy to replace diesel and other petroleum products. The used frying oil (OFU) emerges as a raw material that can be transformed into high quality biodiesel, and that is being wasted and discarded into the environment incorrectly, further increased the levels of pollution. In this study, we conducted a study to examine the feasibility of producing biodiesel obtained by transesterification of waste frying oils in the generation of carbon credits. The methodology used was mainly focused on the economic viability of the process, which ranked as the main factor in assessing the cost of inputs. According to the results obtained, the feasibility of the production process of biodiesel, has a great advantage in the environmental sector, with the reduction of greenhouse gases, and generates foreign exchange to the country through emissions of carbon credit certificates.

**Keywords:** Biofuel, feasibility analysis, carbon credits, CDM, waste oil for frying

## **INTRODUÇÃO**

---

A crescente evolução tecnológica e industrial vem provocando um elevado consumo de energias das mais variadas fontes. Entre as fontes de energia destacam-se: as fósseis (petróleo) e as renováveis (fonte naturais em abundância), como a utilização dos combustíveis de origem fóssil, os quais tem provocado irreparáveis danos ao aquecimento global com o aumento dos GEE'S (Gases de Efeito Estufa). De acordo com os dados fornecidos pela organização mundial de saúde (WHO) e com a assinatura do Protocolo de Kyoto em 1997, que determina que seus signatários países desenvolvidos, reduzam em 5,2% a emissão dos mesmos gases relativos ao que emitiam em 1990 entre 2008 e 2012 deu-se o surgimento do mercado de créditos de carbono (KYOTO, 1997).

O mercado de créditos de carbono, nada mais é que um comércio dos certificados emitidos pela ONU para os projetos que forem aprovados com a certificação de redução de emissão dos gases de efeito estufa. Portanto, são títulos que serão passíveis de comercialização e negociações e segundo definições, os “créditos de carbono” podem se classificar como bens incorpóreos (“são direitos das pessoas sobre as coisas, sobre o produto do seu intelecto, ou em relação à outra pessoa, com valor econômico: direitos autorais, créditos e invenções” – BOVESPA, 2006) imateriais ou intangíveis tendo em vista que não tenha natureza física, mas são reconhecidos pela ordem jurídica, tendo valor econômico para o homem (MELO, 2002). Logo, podemos dizer que o mercado de carbono é um mercado de derivativos, na qual a formação dos preços deriva dos preços do mercado à vista (FORTUNA, 1997).

O biodiesel é um combustível alternativo e de queima limpa, produzido de recursos renováveis. O mesmo não é constituído de petróleo fóssil, porém pode ser adicionado ao mesmo formando uma mistura; pode ser usado num motor de ignição e compressão (diesel) sem necessidade de modificação. O biodiesel é simples de ser fabricado, biodegradável, não tóxico e essencialmente livre de compostos sulfurados e aromáticos. É uma alternativa altamente viável que resolve dois grandes problemas ambientais ao mesmo tempo, pois aproveita resíduos, reduzindo os aterros sanitários e a poluição

atmosférica (PENIDO, 2005).

Além de todas as vantagens já acima citadas com a produção do biodiesel, surgiu mais um forte aliado para a sua produção que foi o Protocolo de Kyoto (KYOTO, 1997), com a preocupação do aquecimento global o protocolo em questão definiu para os signatários países algumas metas, e dentre elas a de redução da emissão dos gases de efeito estufa (GEE) baseados em projetos de desenvolvimento limpo os chamados MDL.

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo (2006), uma produção de 348 mil toneladas de biodiesel produzido através da mamona gera uma economia de 870 mil toneladas de CO<sub>2</sub> podendo ser comercializada por US\$ 8 milhões, tornando viável essa iniciativa (PROTEFER, 2008).

Com a produção de biodiesel através da transesterificação do óleo residual de fritura, pode-se obter a geração de mais créditos, além de se produzir o biocombustível através de fontes renovável (redução de CO e CO<sub>2</sub>) utilizando a Metodologia Consolidada Aprovada ACM0017 - Palma Methyl Ester – Combustível Biodiesel (*PME-BDF*) produção e uso para o transporte da Tailândia. Através das Nações Unidas (ANEXO C), pela utilização de matéria-prima reutilizada, geram-se novamente créditos de carbono por não se estocar esses resíduos, os quais teriam por destinos, rios e lagos ou até mesmo em esgoto sanitário.

Dessa forma foi realizada uma análise do processo de produção de biodiesel por transesterificação do óleo residual de fritura para avaliar quantitativamente como este processo é financeiramente viável e como poderá ser utilizado como fontes de créditos de carbono.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

---

A metodologia utilizada para estudar a viabilidade econômica do processo de produção de biodiesel teve como principal fator a avaliação do custo dos insumos. O custo do principal insumo (triglicerídeo) pode ser considerado nulo, caso seja utilizado resíduos industriais, como o óleo de fritura residual.



Do ponto de vista da viabilidade do processo de produção de biodiesel, a grande vantagem é no setor ambiental, pois a redução das emissões de material particulado e de enxofre na atmosfera, além de ser um benefício a saúde pública, poderá gerar divisas ao país através da geração de créditos de carbono.

## 2.1 Análise Econômica

O custo do biocombustível produzido foi calculado utilizando-se a metodologia de custo nivelado do combustível de uma planta de produção de 1.000 t de Biodiesel/ano, elaborado de acordo com o índice de custo-benefício (ICB), segundo Costa; Oliveira e Henriques, 2004.

$$\text{ICB} = \text{IC} + \text{COM} + \text{CC} \quad (1)$$

Onde:

CI – custo anual do investimento na usina em US\$/L

$$\text{CI} = \text{IU} \cdot \text{FRU} / \text{N} \quad (2)$$

Onde:

IU – custo total do investimento na usina

FRU – fator de recuperação do capital para a vida útil econômica da usina

N – total de litros produzidos por ano

$$\text{FRU} = i \cdot (1+i)^v / (1+i)^v - 1 \quad (3)$$

Onde:

i – taxa anual de desconto

v – vida útil em anos

COM – custo anual de operação e manutenção na usina em US\$/L

$$\text{COM} = \text{OMU} / \text{N} \quad (4)$$

Onde:

OMU - custo anual de operação e manutenção na usina em US\$

CC – custo anual de insumos da usina em US\$/L

$$CC = (CUT.QTE)/N \quad (5)$$

Onde:

CUT – custo unitário dos insumos em US\$/kg ou US\$/L

QTE – quantidade de cada insumo em kg ou L

Tabela 2.1 – Custos de Produção

|                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| Investimento Inicial  | US\$ 2.000.000,00          |
| Hidróxido de Potássio | R\$ 18.700,00/ton          |
| Etanol                | US\$ 175,00/m <sup>3</sup> |
| Óleo de Soja degomado | R\$ 1.175,00/ton           |
| Óleo de babaçu        | R\$ 1.862,50/ton           |
| Óleo de mamona        | R\$ 2.075,00/ton           |
| Resíduos              | R\$ 340,90/ton             |

Fonte: IVIG-COPPE/UFRJ, 2005 – adaptado pelo autor

Através dos dados da tabela 2.1 a metodologia, é possível obter os custos do biodiesel gerado por cada insumo, que será apresentado na tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Índice de custo-benefício do biodiesel como os insumos graxos escolhidos

|                | ICB (US\$/l) c/<br>20% desconto. |
|----------------|----------------------------------|
| Óleo de Soja   | 0,4714                           |
| Óleo de Mamona | 0,8048                           |
| Óleo de babaçu | 0,7233                           |
| Resíduos       | 0,1656                           |

Fonte: IVIG-COPPE/UFRJ, 2005 – adaptado pelo autor

Considerando-se que cada tonelada de dióxido de carbono negociada no mercado internacional esteja variando entre US\$ 5,0 e US\$ 10,0 (CCX,

2010), pode-se acrescentar uma relação no custo de cada unidade energética gerada, por cada rota tecnológica, como mostra a tabela 2.3.

Tabela 2.3 Custos do Biodiesel Considerando receita do Carbono.

|                | Índice Custo benefício<br>(US\$/l) 20% desconto sem<br>impostos descontados a<br>receita dos créditos. |                           |
|----------------|--|---------------------------|
|                | US\$ 5/t CO <sub>2</sub>   | US\$ 10/t CO <sub>2</sub> |
| Óleo de Soja   | 0,4672   | 0,4564                    |
| Óleo de Mamona | 0,7973   | 0,7865                    |
| Óleo de babaçu | 0,7172   | 0,7064                    |
| Resíduos       | 0,1617   | 0,1460                    |

Fonte: IVIG-COPPE/UFRJ, 2005 – adaptado pelo autor

Para uma produção de uma tonelada de óleo de soja são necessários 5,56 t de grãos, onde o rendimento médio fica em torno de 18%. Com esse rendimento se obtém 4,56 t de farelo da mesma soja (82% de rendimento). Com o processo integrado o custo da principal matéria prima para a produção de biodiesel – óleo de soja bruto – é dado pela diferença entre o custo de aquisição do grão e a receita da venda do farelo. Além do farelo, tanto a glicerina como a lecitina (subprodutos da soja) também têm influências sobre o preço final do biodiesel conforme a tabela abaixo:

Tabela 2.4 Itens de Custo/Receitas de Produção de biodiesel, Produtos (US\$/t).

| <b>Item de Custo/Receita</b>                  | <b>US\$ /t</b> |
|---|----------------|
| Preço de aquisição do Grão de Soja            | 320,00         |
| Custo de Produção do Óleo de Soja             | 585,56         |
| Preço de Venda do Grão de Soja (exportação)   | 378,00         |
| Preço de Venda do Farelo de Soja (exportação) | 346,06         |
| Preço de Venda Óleo de Soja (exportação)      | 823,52         |
| Preço de Venda do Biodiesel                   | 700,00         |
| Preço de Venda da Lecitina                    | 250,00         |
| Preço de Venda da Glicerina                   | 450,00         |

Fonte: ANP 2011 – adaptado pelo autor.

## 2.2 custos Operacionais

Os custos de produção de biodiesel são dados pela seguinte reação:



*Reação produção de Biodiesel*

O detalhamento dos custos envolvidos para a produção de 1 t de Biodiesel tendo como ano base 2008 é mostrado em detalhes na figura 2.5 em valores nominais:

Tabela 2.5 – Custos Variáveis da produção de Biodiesel (US\$/t).

| <b>Item de Custo/Receita</b> | <b>US\$ /t</b> |
|------------------------------|----------------|
| Óleo de Fritura Usado (OFU)  | 181,33         |
| Etanol                       | 45,00          |
| Custos variável de produção  | 50,46          |
| Armazenagem                  | 7,25           |
| Frete esmagadora - terminal  | 34,07          |
| <b>Total Custo Variáveis</b> | <b>318,11</b>  |

FONTE: Saraceni, 2008 adaptado pelo Autor.

Através dos dados sobre os custos variáveis da produção de biodiesel como mostra a Tabela 2.5 é possível se fazer uma avaliação baseada na Equação de produção de Biodiesel juntamente com os dados do custo benefício onde para o resíduo (óleo de fritura usado) o mesmo fica em torno de US\$ 0,1617 que convertido para o câmbio (US\$ 1,00 / R\$ 1,88 - Outubro de 2011) fica de aproximadamente R\$ 0,303 e que para uma tonelada de biodiesel (1.136,36 litros de biodiesel – pois a densidade do mesmo é em média 0,88 Kg/dm<sup>3</sup>) o custo fica em torno de R\$ 340,90.

O que o torna mais atraente que o custo do óleo produzido da soja. Mesmo que a produção proveniente da soja leve larga vantagem pois os co-produtos da mesma geram muitas receitas (farelo de soja, glicerina, lecitina e etc.) o que não acontece com o residual.

Fica então evidente que a participação das RCEs terá um papel fundamental na agregação de novos valores a esse processo de produção com o intuito de torná-lo cada vez mais viável.

### **2.3 - Créditos de Carbono na Produção de Biodiesel**

A utilização de biodiesel como combustível tem apresentado um potencial promissor no mundo inteiro. Em primeiro lugar, pela sua enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, e, em segundo lugar, como fonte estratégica de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo. Vários países vêm investindo de forma contínua na produção e viabilidade comercial do biodiesel, através de plantas de produção com diferentes capacidades, distribuídas em diferentes continentes.

O biodiesel, além de ser predominantemente renovável, sua produção e uso pode contar com outra receita, a de créditos de carbono, os quais permitem a comercialização de certificados que promovem a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE)

A primeira metodologia aprovada para a geração de créditos de carbono com a produção de biodiesel tratava-se da metodologia AM0047 - *Production of biodiesel based on waste oils and/or waste fats from biogenic origin for use as fuel* (versão dois, aprovada em 10/08/2007), que abrangia empreendimentos que produzisse biodiesel a partir de óleos vegetais (ANEXO C).

Sabe-se que a produção de biodiesel pode ser realizada a partir de óleos vegetais e também a partir de óleos residuais (domésticos e industriais).

Ainda existem duas metodologias (NM0228 - *Biodiesel production from oil seeds cultivated in dedicated plantations on severely degraded land and underutilized agricultural land for use as fuel identified domestic consumers* e NM0233 - *Methodology for vegetable-derived fatty acid methyl ester biodiesel production for transportation*) sendo analisadas pelo painel da ONU, que englobam a produção de biodiesel a partir de oleaginosas.

Porém, apenas em 17 de Setembro de 2010 a metodologia AM0047 (*Production of biodiesel based on waste oils and/or waste fats from biogenic origin for use as fuel* - versão Dois e aprovada em 10/08/2007) passou de metodologia analisada para consolidada, ou seja, agora a metodologia para gerar créditos de carbonos através da produção de biodiesel a partir de oleaginosas para uso no transporte passou a ser validada pela ACM0017. E

suas RCEs começaram a ser emitidas podendo ser comercializadas no mercado de créditos desde maio de 2011.

A nova metodologia foi sugerida, aprovada e consolidada como “*Metodologia para vegetais derivados de ácidos graxos metil-éster de produção de biodiesel para o transporte*”, um projeto de parceria entre Japão e Tailândia que previam a produção de biodiesel através da Palma, ao qual seria adicionado em 10% com diesel fóssil para utilização da frota de ônibus de Bangkok (UNFCCC, 2011).

Mesmo com a metodologia aprovada *ACM0017*, não existem registros de projetos para a geração de créditos de carbono a partir da produção de biodiesel a partir de *óleos e gorduras residuais* que tenham sido aprovados, até o momento.

Mas fica evidente que será apenas uma questão de tempo, pois com a nova metodologia consolidada vários novos projetos serão contemplados com esse sustentável avanço.

Ao se utilizar de matéria graxa de origem residual (óleo de fritura usado), a emissão de dióxido de carbono da queima de biodiesel referente a biomassa é reabsorvida pela nova safra. Contudo, deve ser contabilizada a emissão evitada de CH<sub>4</sub>, já que o insumo é residual e na maioria das vezes depositado em aterros sanitários, onde sofre decomposição gerando metano por via anaeróbica. Este gás tem potencial de aquecimento global de 21 vezes maior que o dióxido de carbono para um período de 100 anos (IPCC, 2011).

Dessa forma, a emissão de metano proveniente da decomposição anaeróbica do óleo residual, reduz as emissões de GEE do biodiesel metílico de óleo residual em 96,6% (OLIVEIRA, 2002).

As Linhas de base para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> adotados pela metodologia *ACM0017* são definidas da seguinte forma:

$$BE_y = BD_y \cdot NCV_{BD,y} \cdot EF_{CO_2,PD}$$

Com:

$$BD_y = \left[ \min \left\{ \left( P_{BD,y} - P_{BD,on-site,y} \right), \left( \sum_i f_{PJ,i,y} \cdot C_{BBD,i,y} \right) \right\} - P_{BD,other,y} \right] \cdot \left( \frac{\sum_i C_{BBD,i,y} \cdot \left( \frac{f_{PJ,i,y} - f_{reg,y}}{f_{PJ,i,y}} \right)}{\sum_i C_{BBD,i,y}} \right)$$

Onde:

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| $BE_y$             | = | Emissões de linha de base durante o ano $y$ (tCO <sub>2</sub> )   |
| $NCV_{BD,y}$       | = | Valor calorífico líquido do biodiesel produzido no ano $y$ (GJ/t)   |
| $BD_y$             | = | Quantidade de biodiesel elegíveis para crédito no ano $y$ (t)   |
| $EF_{CO_2,PD}$     | = | Fator de Emissão de dióxido de carbono a partir do diesel fóssil (tCO <sub>2</sub> /GJ)   |
| $P_{BD,y}$         | = | Quantidade de biodiesel produzido na planta do projeto no ano $y$ (t)   |
| $P_{BD,on-site,y}$ | = | Quantidade de biodiesel consumido na fábrica de produção de biodiesel do projeto e / ou a planta de produção de petróleo (s) no ano $y$ (t)   |
| $PD_{BD,other,y}$  | = | Quantidade de biodiesel que seja produzido com outros álcoois de metanol de origem fóssil ou produzidos a partir de sementes ou óleo de resíduos (s) / gordura (s), não elegíveis no âmbito desta metodologia de acordo com as condições de aplicabilidade no ano $y$ (t) |
| $C_{BBD,i,y}$      | = | Quantidade de biodiesel misturado tipo $i$ consumido pelo consumidor cativo (s) no ano $y$ (t)  |
| $f_{PJ,i,y}$       | = | Fração de biodiesel na mistura biodiesel tipo $i$ no ano $y$ (fração)   |
| $f_{reg,y}$        | = | Fração de biodiesel na mistura biodiesel que é exigido por normas imperativas do país anfitrião no ano $y$ (fração)   |
| $i$                | = | Tipo de biodiesel misturado (e.g. B5, B10, B20, B50 e B100)   |

Assim, as emissões do projeto são calculados com a seguinte expressão :

$$PE_y = AF_{1,y} \cdot (PE_{BPF,y} + PE_{MeOH,y} + PE_{TR,y} + AF_{2,y} \cdot PE_{BC,y})$$

Onde:

|               |   |   |
|---------------|---|---|
| $PE_y$        | = | Emissões do projeto no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> )  |
| $PE_{BPF,y}$  | = | Emissões do projeto na fábrica de produção de biodiesel e, se for o caso, a planta de produção de petróleo (s) no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> ) |
| $PE_{MeOH,y}$ | = | Emissões de projeto de carbono fóssil no biodiesel, devido à esterificação com metanol de origem fóssil no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> )        |
| $PE_{TR,y}$   | = | Emissões do projeto do transporte no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> )  |
| $PE_{BC,y}$   | = | Emissões do projeto associado com o cultivo da terra para a produção de sementes de oleaginosas no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> )                |
| $AF_{1,y}$    | = | Coeficiente de atribuição para a produção de biodiesel no ano $y$ (fração)  |
| $AF_{2,y}$    | = | Coeficiente de atribuição para o cultivo das oleaginosas no ano $y$ (fração)  |

Além desses cálculos de redução das emissões de CO<sub>2</sub>, as emissões associadas ao tratamento anaeróbio de águas residuais na planta de produção de petróleo devem ser estimadas quando aplicável.

Como essa metodologia é aplicada na produção de biodiesel através da esterificação do óleo da palma na produção de biodiesel é possível, com alguns ajustes, aplicar tal modelo à geração de créditos de carbono a partir da produção do mesmo só que através da transesterificação de óleos e gorduras residuais.

Pois segundo o trabalho de Faria (2010), para cada litro de óleo diesel (fóssil) que é substituído pelo 100% vegetal mitiga-se 2,779 kg de CO<sub>2</sub> como taxa básica de conversão.

Levando em consideração o fato de que as RCEs só poderão ser emitidas para o produtor do biodiesel e não para o consumidor do mesmo (UNFCC, 2011).



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

---

Adaptando o estudo feito por Ivan Dutra Faria (2010) fez-se uma comparação ao se substituir o Diesel por biodiesel (B100) e ao simular esses valores com toda a frota de ônibus da cidade do Recife que é composta de aproximadamente 2.700 ônibus segundo a CTTU (2011) e transportam em média 1,8 milhão de passageiros por dia e abrange 14 municípios na RMR.

Com o consumo médio de 83 milhões de litros de Diesel por ano segundo dados da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2007).

Com esses dados pode-se fazer uma análise baseado no modelo *ACM0017* e com o fator de emissão para avaliar em R\$ quanto pode ser gerado em Créditos de Carbono ao se substituir o diesel fóssil por biodiesel (B100) conforme se vê na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Estudo dos ganhos com Créditos de Carbono.

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Frota de Ônibus Urbano        | 2.700   |
| Consumo anual de diesel       | 8,3 milhões de litros                         |
| Fator de emissão              | 2,779 Kg de CO <sub>2</sub> / litro de diesel |
| Emissão anual                 | 230 mil ton de CO <sub>2</sub>                |
| Valor dos créditos de Carbono | US\$ 10 / ton                                 |
| Valor anual                   | US\$ 2,3 Milhões                              |

Fonte: Faria (2010), adaptado pelo autor.

Conforme o estudo realizado na elaboração deste trabalho juntamente com a revisão da literatura ficou evidente que tanto o modelo (*ACM0017*) bem como os incentivos fiscais brasileiros precisam sofrer ajustes para que o biodiesel obtido através da transesterificação do óleo de fritura usado possa vir a render créditos de carbono e com isso agregar valores à produção.

Pois, por mais que esse processo seja ambientalmente correto é necessário tornar esse biodiesel mais competitivo frente ao fóssil, para que a utilização do B100 deixe de ser apenas uma expectativa e passe a ser uma realidade.

## CONCLUSÕES

---

Os cálculos mostraram a viabilidade da produção do biodiesel a partir da transesterificação do óleo de fritura, não só ao meio ambiente, mas na geração de créditos de carbono, o que representará divisas para o país.

Ainda que preliminar este estudo precisa ser aprimorado tanto nas questões metodológicas (pois apenas uma metodologia foi consolidada junto às Nações Unidas - UNFCCC) quanto nas questões fiscais brasileiras a fim de aumentarem os incentivos reduzindo os impostos e com financiamentos desses projetos a fim de obter maiores resultados em escala nacional.

A partir desse trabalho, espera-se ter contribuído para conscientizar instituições, governos e nações de que não só é viável como é imprescindível a reutilização dos recursos naturais para a manutenção e sobrevivência da espécie humana nos próximos séculos, como também, contribuir para o crescimento no uso do biocombustível não apenas como uma alternativa e sim como a solução para o meio ambiente e agregado a isso o aperfeiçoamento dos motores, juntamente com a evolução da engenharia mecânica para que o B100 se torne de vez uma realidade e não um futuro.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP) – *Transporte e Meio ambiente - Série Cadernos Técnicos*. Vol 6 Jul. 2007.

COMPANHIA DE TRÂNSITO E TRANSPORTES URBANOS DO RECIFE (CTTU) – Dados Estatísticos. Disponível em :<<http://www.recife.pe.gov.br>> Acesso em : Mar de 2011.

COSTA, A. O. da.; OLIVEIRA, L. B.; HENRIQUES, R. M. *Análise de Viabilidade Econômica da Produção e Uso do Biodiesel no Brasil*. In: Encontro Bienal da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 5, 2003. Caxias do Sul, RS: NEPAM/UNICAMP. 2004. 16p.

FARIA, I. D. , PEIXOTO, M., Souza, R. B. L. *A utilização de óleo vegetal refinado como combustível – Aspectos legais, técnicos, econômicos, ambientais e tributários*. Centro de Estudos da Consultoria do Senado. Agosto de 2010.

FORTUNA, E. – *Mercado Financeiro: produtos e serviços*, 17. ed. Rio de Janeiro: Quality-mark, 2008.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Disponível em:<[www.ipcc.ch/](http://www.ipcc.ch/)> Acesso em:18 Jun de 2011.

KYOTO PROTOCOLO, 1997. United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em: <[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)>. Acesso em: 08 Jun. 2009.

MOTA, H. G. da e BOMBACK, M. *Viabilidade De Geração De Créditos De Carbono A Partir Da Produção De Biodiesel No Cenário Brasileiro*. 2003. 120f. Tese (graduação engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Sorocaba, 2003.

OLIVEIRA, L.B., COSTA, A.O., (2002). *Biodiesel: Uma Experiência de Desenvolvimento Sustentável*. IX CBE, vol. 4 1772p, Rio de Janeiro.

PENIDO, H. R. Biodiesel: debates e propostas. *A inclusão social, a preservação ambiental e os ganhos econômicos*. Jus Navigandi, Teresina, ano 9, n. 673, 9 maio 2005. Disponível em:<<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=6702>>. Acesso em: 20 Mar. 2009.

PEREIRA, R. P., OLIVEIRA, F. N., *Avaliação de projeto de biocombustível com flexibilidade operacional por opções reais*. Rio de Janeiro, Out. 2008.

SILVA, P. C. da., *O crédito de carbono, na sua natureza jurídica e o tratamento tributário*. Universidade Católica de Goiás, 2009.