



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

CAMPUS EXPERIMENTAL DE SOROCABA

Heloísa Garcia da Mota e Michele Bomback

**VIABILIDADE DE GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO
A PARTIR DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO CENÁRIO
BRASILEIRO**

Sorocaba / SP

2008

Heloísa Garcia da Mota e Michele Bomback

**VIABILIDADE DE GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO
A PARTIR DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO CENÁRIO
BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como parte dos pré-requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental, à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

**Orientador: Prof. Dr. Leonardo
Fernandes Fraceto.**

Sorocaba / SP

2008

Heloísa Garcia da Mota e Michele Bomback

Viabilidade de geração de créditos de carbono a partir da produção de biodiesel no cenário brasileiro

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como parte dos pré-requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental, à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Sorocaba, 4 de julho de 2008.

Prof. Dr. Leonardo Fernandes Fraceto

Prof. Dr. Daniel Bertoli Goncalves

Prof. Dr. Roberto Wagner Lourenço

Sorocaba / SP

2008

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho com muito carinho para nossas mães, Márcia Cristina Garcia e Nilva Pinto da Silva Bomback, que nos acompanharam dos primeiros passos até esta grande conquista, que é a graduação, sempre nos oferecendo apoio, amor e amizade em todos os momentos de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

A todos os nossos professores ao longo dos cinco anos de universidade, por se dedicarem e nos presentear com um pouco de seu conhecimento. Em especial, ao nosso orientador Leonardo Fraceto, que nos motivou com seu sorriso positivo ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho.

A toda equipe da CantorCO2e Brasil, sem exceção, que nos apoiou no início de nossa carreira profissional, doando grande parte do conhecimento que apresentamos neste trabalho, e, que, até hoje nos proporciona um confortável e amistoso local de trabalho.

A todos os nossos familiares, que fizeram parte de toda nossa educação, proporcionando amor, carinho e apoio nos momentos mais felizes e também nos mais difíceis. Por terem se privado de nossa companhia durante toda a elaboração do projeto, e nos incentivado sem perder o otimismo e confiança nos resultados. Sobretudo ao irmão Wagner Bomback, e ao namorado Vinícius Alves Teixeira.

Especialmente, agradecemos à primeira turma de Engenharia Ambiental da UNESP Sorocaba, que nos acompanhou durante os mais prazerosos cinco anos de nossas vidas, aprendendo e ensinando conosco, e tornando-se uma nova família, que sem dúvida alguma, deixará eternas saudades. Sobretudo aos amigos queridos Flá, Fernandinha, Lu, Ani, Dú Bordignon, Alex (Sorriso), Pri Ike, Gabi, Gui Bin, Gui Dias, Rachel (Loira), Lizzi, Tio Marcos, Glau, Drica, Mauro. Todos que nos ensinaram a resposta para a famosa pergunta: Mas o que faz um engenheiro ambiental? Devido a eles, sabemos ao menos quem são os verdadeiros engenheiros ambientais.

BOMBACK, MICHELE; da MOTA, HELOISA GARCIA. **Viabilidade da geração de créditos de carbono a partir da produção de biodiesel no cenário brasileiro.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba – SP.

RESUMO

Devido à grande atenção dispensada atualmente às conseqüências do aquecimento global, o número de projetos envolvendo Mecanismos de Desenvolvimento Limpo vêm crescendo exponencialmente, especialmente no Brasil, que ocupa terceiro lugar no ranking mundial de projetos envolvendo créditos de carbono. Existem inúmeras possibilidades do desenvolvimento deste tipo de projeto, inclusive a produção de biodiesel, que também tem crescido significativamente em todo o território nacional. Devido à complexidade de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, o cenário brasileiro ainda não é ideal para a geração de créditos de carbono envolvendo a produção de biodiesel. Entretanto, é possível adequar projetos de produção de biodiesel que utilizam como matéria-prima óleo e gordura residual às metodologias existentes, possibilitando a comercialização de créditos de carbono no Mercado Voluntário, e demonstrando sua ampla contribuição para o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: créditos de carbono; biodiesel; Carbono Social.

BOMBACK, MICHELE; da MOTA, HELOISA GARCIA. **Feasibility of carbon credits generation due to biodiesel production in the Brazilian scenario. 2008.** Final Report (Environmental Engineering Major) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba – SP.

ABSTRACT

Due to the great attention dispensed to the harmful consequences related to the process of the global warming, currently, the number of projects under Clean Development Mechanisms criteria is increasing exponentially, especially in Brazil, which is occupying the third place in the ranking of the developers of projects involving carbon credits. There is a range of possibilities for the implementation of these kinds of projects, including the production of biodiesel, which is also enhancing all over the national territory. Due to the complexity of Clean Development Mechanisms, the Brazilian scenario is, still, not ideal for the generation of carbon credits. However, it is possible to promote the adjustment of the projects related to the production of biodiesel which use wasted oils as its prime matter, becoming the commercialization of the carbon credits in the Voluntary Market possible, and demonstrating the wide contribution of biofuels for the sustainable development.

Key - words: carbon credits; biodiesel; Social Carbon.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Representação do efeito estufa..... | 16 |
| Figura 2 - Emissões de gases antropogênicos de efeito estufa | 17 |
| Figura 3 - Evolução do volume de créditos de carbono negociados..... | 22 |
| Figura 4 - Ciclo de um projeto MDL | 25 |
| Figura 5 - Transações com créditos CER (<i>Certified Emission Reductions</i>) e VER (<i>Verified Emission Reductions</i>) | 26 |
| Figura 6 - Comparação entre as negociações na CCX e OTC | 27 |
| Figura 7 - Transações no mercado voluntário certificadas por padrões de entidades terciárias..... | 29 |
| Figura 8 - Quantificação das reduções de emissões em metodologias de créditos de carbono..... | 31 |
| Figura 9 - Exemplo de Hexágono Conceitual da Metodologia do Carbono Social. | 37 |
| Figura 10 - Aspectos determinantes na compra de créditos de carbono | 38 |
| Figura 11 - Porcentagem de projetos MDL por países da América Latina..... | 39 |
| Figura 12 - Porcentagem de projetos MDL em volume por países da América Latina | 39 |
| Figura 13 - Estrutura Gerencial do Programa Nacional e Uso do | 44 |
| Figura 14 - Esquema sobre as diferenças moleculares entre óleos vegetais puros e óleo diesel. | 48 |
| Figura 15 - Reação de transesterificação, onde R representa as cadeias carbônicas dos ácidos graxos, e R' representa o tipo de álcool utilizado..... | 51 |
| Figura 16 - Processo de produção de biodiesel a partir da transesterificação | 53 |
| Figura 17 - Etapas envolvidas na extração e refino de óleos vegetais de sementes oleaginosas. | 56 |
| Figura 18 - Preparação de óleos e gorduras para a transesterificação. | 58 |
| Figura 19 - Comparação simplificada entre o Petróleo e o Biodiesel..... | 60 |
| Figura 20 - Análise de Ciclo de Vida de Biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais – Emissões de CO ₂ | 63 |
| Figura 21 - Gases emitidos durante a produção e combustão do biodiesel. | 64 |

| | |
|---|----|
| Figura 22 - Gráfico da estimativa do preço de comércio da mistura biodiesel B5 | 68 |
| Figura 23 - Ciclo Ecológico do Biodiesel | 69 |
| Figura 24 - Benefícios socioambientais da produção e consumo de biodiesel..... | 70 |
| Figura 25 - Combustível Social | 71 |
| Figura 26 - Potencial brasileiro na produção de oleaginosas..... | 72 |
| Figura 27 - Relação entre os objetivos,procedimentos metodológicos e conclusões | 76 |
| Figura 28 - Definição dos Limites de Abrangência de Projetos para a Definição de Stakeholders. | 93 |
| Figura 29 - Identificação dos principais stakeholders relacionados ao projeto. | 94 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Maiores Emissores de GEE | 17 |
| Tabela 2 - Possíveis impactos decorrentes do aquecimento global | 18 |
| Tabela 3 - Principais compradores de créditos de carbono do mercado voluntário .. | 28 |
| Tabela 4 - Comparação entre volumes e valores negociados mercados de carbono | 29 |
| Tabela 5 - Legislação brasileira relacionada à produção do biodiesel..... | 45 |
| Tabela 6 - Propriedades físicas e químicas dos óleos vegetais puros..... | 49 |
| Tabela 7 - Características dos materiais graxos após craqueamento. | 50 |
| Tabela 8 - Comparação entre as principais características entre Metanol e Etanol para sua utilização em reação de transesterificação..... | 51 |
| Tabela 9 - Resultados para a transesterificação de óleos vegetais | 52 |
| Tabela 10 - Resultados para a transesterificação de duas amostras originadas de óleo e gordura residual..... | 52 |
| Tabela 11 - Impactos sociais e ambientais envolvidos na produção e consumo do biodiesel | 61 |
| Tabela 12 - Quantidade de co produtos gerados durante o ciclo de produção do biodiesel | 65 |
| Tabela 13 - Vendas de combustíveis no Brasil em 2006 | 73 |
| Tabela 14 - Crescimento da Venda do Biodiesel em 2006 | 73 |
| Tabela 15 – Características de projetos em validação que utilizam a metodologia AM0047 | 82 |
| Tabela 16 - Indicadores de Sustentabilidade para Avaliação de Recursos Humanos | 97 |
| Tabela 17 - Indicadores de Sustentabilidade para Recursos Humanos | 99 |
| Tabela 18 - Indicadores de Sustentabilidade para Recursos Financeiros | 101 |
| Tabela 19 - Indicadores de Sustentabilidade para Recursos Naturais | 103 |
| Tabela 20 - Indicadores de Sustentabilidade para Recursos Tecnológicos. | 105 |
| Tabela 21 - Índices de Sustentabilidade para Recursos de Carbono | 107 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 15 |
| 2.1. CRÉDITOS DE CARBONO | 15 |
| 2.1.1. Mudanças Climáticas | 15 |
| 2.1.1.1. <i>Convenção do Clima e as COP</i> | 18 |
| 2.1.1.2. <i>Protocolo de Quioto</i> | 19 |
| 2.1.2. Mercados de Carbono..... | 20 |
| 2.1.2.1. <i>Mecanismo de Desenvolvimento Limpo</i> | 22 |
| 2.1.2.2. <i>Mercado Voluntário</i> | 26 |
| 2.1.2.3. <i>Comparações entre o mercado regulamentado de Quioto e mercado voluntário</i> | 29 |
| 2.1.3. Principais componentes de projetos de créditos de carbono | 30 |
| 2.1.3.1. <i>Metodologia</i> | 30 |
| 2.1.3.2. <i>Adicionalidade</i> | 32 |
| 2.1.3.3. <i>Sustentabilidade</i> | 33 |
| 2.1.4. Sistemas de Padronização – A Metodologia do Carbono Social...35 | |
| 2.1.5. Critérios Determinantes na Compra de Créditos de Carbono | 37 |
| 2.1.6. Participação do Brasil no Comércio de Emissões | 38 |
| 2.2. BIODIESEL | 40 |
| 2.2.1. Histórico | 40 |
| 2.2.1.1. <i>História do biodiesel no Brasil</i> | 41 |
| 2.2.2. Definição..... | 46 |
| 2.2.3. A Produção de Biodiesel | 48 |
| 2.2.3.1. <i>Craqueamento</i> | 49 |
| 2.2.3.2. <i>Transesterificação</i> | 50 |
| 2.2.4. A Cadeia Produtiva do Biodiesel | 53 |
| 2.2.4.1. <i>Extração do óleo vegetal</i> | 53 |
| 2.2.4.2. <i>Preparação da matéria-prima ou refino</i> | 54 |
| 2.2.4.3. <i>Separação de fases</i> | 56 |
| 2.2.4.4. <i>Recuperação do álcool</i> | 56 |
| 2.2.4.5. <i>Destilação da glicerina</i> | 57 |
| 2.2.4.6. <i>Purificação dos ésteres</i> | 57 |
| 2.2.5. Biodiesel e Sustentabilidade..... | 59 |
| 2.2.5.1. <i>Aspectos e impactos ambientais relacionados ao biodiesel</i> ..61 | |
| 2.2.5.2. <i>Aspectos e impactos sócio-econômicos do biodiesel</i> | 67 |
| 2.2.6. Atual Cenário Brasileiro para a Produção de Biodiesel..... | 71 |
| 2.3. CRÉDITOS DE CARBONO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL..... | 74 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 75 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 79 |
| 4.1. ESTUDO DAS METODOLOGIAS..... | 79 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 4.1.1. | Metodologia Aprovada de Óleos e Gorduras Residuais (OGR) | 79 |
| 4.1.1.1. | <i>Histórico</i> | 79 |
| 4.1.1.2. | <i>Interpretação</i> | 79 |
| 4.1.1.3. | <i>Perspectivas de aplicação da metodologia</i> | 81 |
| 4.1.2. | Metodologias em Estudo para Biodiesel proveniente de Óleos Vegetais | 82 |
| 4.1.2.1. | <i>Histórico</i> | 83 |
| 4.1.2.2. | <i>Interpretação</i> | 83 |
| 4.1.2.3. | <i>Perspectivas de aplicação da metodologia</i> | 85 |
| 4.2. | SISTEMA DE PERGUNTAS E RESPOSTAS : ANÁLISE DA VIABILIDADE DE EMPRESAS BRASILEIRAS PRODUTORAS DE BODIESEL PARA A GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO 86 | |
| 4.2.1. | Perguntas e Respostas : Metodologia | 86 |
| 4.2.2. | Perguntas e Respostas: Adicionalidade | 87 |
| 4.2.3. | Perguntas e Respostas: Sustentabilidade | 88 |
| 4.3. | CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE A PARTIR DA METODOLOGIA DO CARBONO SOCIAL | 94 |
| 4.3.1. | Recursos Sociais | 95 |
| 4.3.2. | Recursos Humanos | 98 |
| 4.3.3. | Recursos Financeiros | 100 |
| 4.3.4. | Recursos Naturais | 102 |
| 4.3.5. | Recursos Tecnológicos | 104 |
| 4.3.6. | Recursos de Carbono | 106 |
| 5. | CONCLUSÃO | 108 |
| | ANEXOS | 110 |
| | REFERÊNCIAS | 114 |

INTRODUÇÃO

O aquecimento global é visto como o principal problema ambiental da atualidade. Embora os cientistas já tivessem previsto as graves conseqüências do uso de combustíveis fósseis como principal elemento da matriz energética mundial, a população demorou a manifestar interesse no assunto.

Com o advento do Protocolo de Quioto, em 1997, o mundo se deparou com uma nova realidade. Os países desenvolvidos, com um longo histórico de emissões de gás carbônico para a atmosfera, a partir de 2008, deveriam diminuir radicalmente suas emissões. O comprometimento de países em desenvolvimento, como o Brasil, era o de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, através do mecanismo de flexibilização chamado de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

Atualmente, o Brasil se encontra em terceiro lugar no ranking mundial no desenvolvimento de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, responsável pela implementação de grande variedade de projetos, que tornam possível a comercialização de créditos de carbono, sejam eles elegíveis ao Mercado de Quioto, ou ao Mercado Voluntário.

Por outro lado, o cenário atual para a produção de biodiesel no Brasil também vem aumentando significativamente, gerando inúmeras perspectivas de ordem social, ambiental e econômica. Desde a implantação do Programa Nacional da Produção e Uso do Biodiesel, o investimento em pesquisa e desenvolvimento nesta área vem aumentando de maneira a triplicar o número de usinas instaladas no território nacional

Dentre os inúmeros benefícios ambientais enumerados no ciclo produtivo do biodiesel, destaca-se a sua contribuição para a mitigação das mudanças climáticas, uma vez que a combustão da biomassa resulta em volumes muito menores de gases de efeito estufa, se comparado com a combustão do diesel de origem do petróleo.

Embora sejam inúmeros os estudos relacionados ao ciclo produtivo do biodiesel, ainda há ausência de trabalhos investigando seus aspectos sob o ponto de vista de um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. O presente trabalho procura abordar o ciclo produtivo do biodiesel, e todos os aspectos socioeconômicos

e ambientais inerentes a seu processo de produção, de maneira a investigar a possibilidade de sua contribuição para erradicação do efeito estufa.

A viabilidade da geração de créditos de carbono para qualquer tipo de projeto é complexa, e no caso do biodiesel, devido à existência de apenas uma metodologia aprovada para este tipo de projeto, torna-se limitada a projetos específicos.

De qualquer maneira, este estudo torna-se uma base relevante para consulta para quaisquer projetos interessados na produção de biodiesel sob a perspectiva do mercado de carbono, em especial, o mercado de emissões voluntário, onde a flexibilidade das atividades do projeto é ainda maior.

Sob o ponto de vista da engenharia ambiental, além da geração de créditos de carbono, é de extrema importância que os projetos envolvendo a produção de biodiesel tenham uma contribuição significativa para o desenvolvimento sustentável no país, e gerem impactos socioeconômicos ambientais positivos, independente da quantidade de créditos gerados.

Uma maneira de suprir esta necessidade é a construção de indicadores de sustentabilidade baseados na Metodologia do Carbono Social, uma ferramenta transparente e participativa, que visa o monitoramento e mensuração da sustentabilidade do projeto ao longo dos anos, e não apenas no momento de sua implementação.

A introdução do biodiesel na matriz energética brasileira tem ótimas perspectivas para o desenvolvimento sustentável no país, trazendo benefícios e vantagens sociais, econômicas e ambientais para todos os segmentos da economia brasileira, e promovendo a transferência de tecnologias modernas em países em desenvolvimento como o Brasil.

A proposta principal deste estudo é analisar o potencial brasileiro de participação no Mercado de Carbono devido à produção de biodiesel e a contribuição desses projetos para a sustentabilidade.

A meta principal do estudo será alcançada através do cumprimento dos seguintes objetivos específicos:

- Conhecimento de temas relacionados à mudanças climáticas e mercados de carbono;
- Avaliação do ciclo produtivo do biodiesel;

- Levantamento das principais características do cenário brasileiro de produção de biodiesel;
- Interpretação de metodologias para a contabilização de créditos de carbono a partir da produção de biodiesel;
- Criação de indicadores de sustentabilidade para o processo de fabricação do biodiesel.

1. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CRÉDITOS DE CARBONO

1.1.1. Mudanças Climáticas

A temperatura da superfície da Terra aumentou aproximadamente 0,74 °C desde o final do século XIX. É esperado um aumento de 1,8 °C a 4°C até o ano de 2100, se medidas efetivas de combate ao aquecimento não forem tomadas (UNFCCC).

A principal razão para o aumento das temperaturas foi um século e meio de industrialização: a queima de grandes quantidades de óleo, gasolina, e carvão, além da derrubada de florestas, e de determinadas práticas agrícolas (UNFCCC).

As práticas descritas anteriormente são responsáveis pelo aumento dos Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera terrestre. Segundo Miguez (2000, p.3), “são considerados GEE, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), heptafluoreto de enxofre (SF₆), e as famílias dos perfluorcarbonos, compostos completamente fluorados, em especial erfluormetano(CF₄), perfluoretano (C₂F₆) e dos hidrofluorcarbonos (HFCs).

O efeito de estufa é um processo natural, responsável pela elevação da temperatura na Terra. Os GEE na atmosfera criam uma espécie de estufa, permitindo a entrada de radiação solar, mas absorvendo parte do calor (radiação infravermelha) irradiado pela superfície terrestre (BOLIN, 1989).

Para que a temperatura média global na troposfera seja relativamente estável no tempo, é necessário que haja equilíbrio entre radiação solar incidente absorvida e calor irradiado. Esse equilíbrio radioativo depende da concentração atmosférica dos GEE: quando a concentração de GEE aumenta, uma maior parte do calor emitida pela superfície da Terra e pela troposfera é absorvida pelos GEE, com conseqüente aumento da temperatura média da troposfera (BOLIN,1989).

A Figura 1 mostra como funciona o sistema de aquecimento da superfície terrestre, apresentando os mecanismos de absorção, reflexão e dispersão que os raios solares sofrem ao adentrarem a atmosfera.

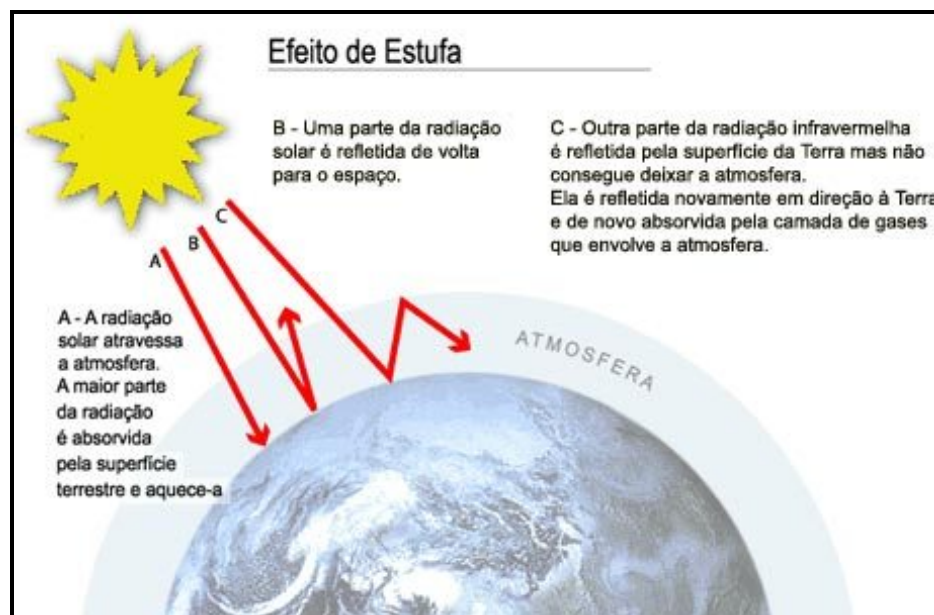


Figura 1 - Representação do efeito estufa
Fonte: Gegraphicae

Como visto anteriormente, o efeito estufa é um fenômeno natural, essencial para a manutenção da vida terrestre. Entretanto, o aumento das emissões antrópicas de GEE, está elevando excessivamente a temperatura terrestre.

Na Figura 2, gráficos (em inglês) em diferentes estilos (barras e pizza) demonstram o aumento dos GEE na terra e também quais são as atividades humanas que mais contribuem com o aquecimento global.

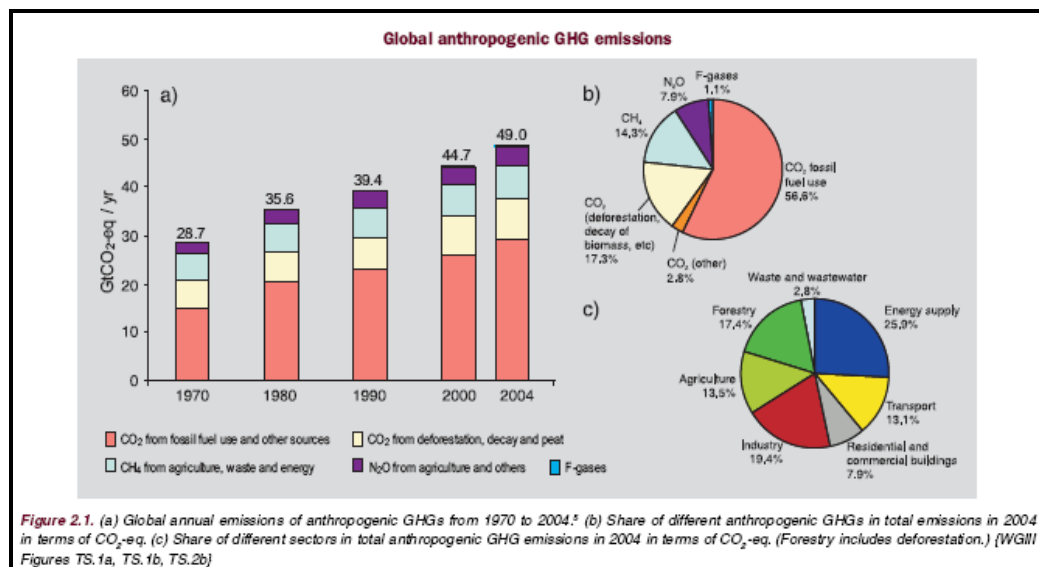


Figura 2 - Emissões de gases antropogênicos de efeito estufa
Fonte: Relatório de Mudanças Climáticas do IPCC (IPCC,2007)

Um dos principais gases do efeito estufa é o CO₂, cujas emissões no Brasil, provenientes da utilização de diversos tipos de combustíveis fósseis, cresceram significativamente nos últimos anos. Entretanto, é importante salientar que a principal causa do Brasil estar entre os maiores emissores de GEE é a elevada taxa de desmatamentos, como pode ser visto na Tabela 1 da classificação dos maiores responsáveis pela emissão de GEE.

Tabela 1 - Maiores Emissores de GEE

| Posição | País | Emissões de Combustível Fóssil (MtC) 2002 | Emissões de desmatamentos e modificações do solo (MtC) 2002 | Total de emissões (MtC) 2002 |
|----------|---------------------------|---|---|------------------------------|
| 1 | Estados Unidos da America | 1,891 | -188 | 1,703 |
| 2 | China | 762 | -160 | 601 |
| 3 | Brasil | 84 | 347 | 431 |
| 4 | Russia | 392 | -12 | 380 |
| 5 | Japão | 363 | 0 | 363 |
| 6 | Índia | 363 | 0 | 363 |
| 7 | Alemanha | 277 | 4 | 281 |
| 8 | Canadá | 199 | -6 | 194 |
| 9 | Indonesia | 74 | 117 | 190 |
| 10 | Inglaterra | 173 | 1 | 174 |

Fonte: Adaptado de Marland et. al. (2003) e UNFCC

Segundo o IPCC (2001), os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes do aquecimento global afetarão todos os países, sendo sentidos de formas variada. A tabela 2 indica algumas previsões desses impactos.

Tabela 2 - Possíveis impactos decorrentes do aquecimento global

| Região | Prováveis impactos |
|---------------------------|---|
| África | a. Diminuição da produção agrícola |
| | b. Diminuição da disponibilidade de água |
| | c. Aumento dos vetores de diversas doenças |
| | d. Aumento da desertificação |
| | e. Extinção de animais e plantas |
| Ásia | a. Diminuição da produção agrícola |
| | b. Diminuição da disponibilidade de água |
| | c. Aumento do nível do mar |
| Austrália e Nova Zelândia | a. Diminuição da disponibilidade de água |
| | b. Extinção de animais e plantas |
| Europa | a. Desaparecimento de geleiras nos Alpes |
| | b. Aumento da produção agrícola |
| | c. Impactos no turismo |
| América Latina | a. Diminuição da produção agrícola |
| | b. Aumentos dos vetores de diversas doenças |
| | c. Extinção de animais e plantas |
| América do Norte | a. Aumento da produção agrícola |
| | b. Aumento dos vetores de diversas doenças |
| Polar | a. Diminuição da calota polar |
| | b. Extinção de animais e plantas |
| Pequenas ilhas | a. Aumento do nível do mar |
| | b. Diminuição da disponibilidade de água |

Fonte: Adaptado do IPCC (2001)

A maior parte dos impactos será negativa, e trará graves prejuízos à humanidade. Por esse motivo, a Organização das Nações Unidas (ONU) vem discutindo o tema em conferências internacionais. Como resultado desses debates, alguns instrumentos foram propostos para auxiliar os países desenvolvidos a reduzirem suas emissões de GEE.

1.1.1.1. Convenção do Clima e as COP

Para tratar das questões relacionadas ao aquecimento global e suas possíveis conseqüências para a humanidade, foi criada em 1992, durante a Rio 92,

a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (do inglês, *United Nations Framework Convention on Climate Change*) (BRASIL, MCT, 2001).

Adotada em 1992, a Convenção do Clima tem como meta propor ações para os países do **ANEXO I** (basicamente países industrializados), para que estes estabilizem as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa (GEE) de forma a impedir que atividades antrópicas levem a uma “interferência perigosa” no clima do planeta. A convenção do clima entrou em vigor em 21 de março de 1994 e conta atualmente com 186 “Partes” (países). Desde então, as partes têm se reunido para discutir o assunto e tentar encontrar soluções para o problema apresentado. Os encontros são denominados **Conferência das Partes** (COP) (ROCHA, 2003, p.6).

De 1994 a 1996, foram realizadas COPs anuais. Desde então, as reuniões foram menos freqüentes e, seguindo mudanças de regras e procedimentos em 2000, elas passaram a ser realizadas a cada dois anos. A COP-8 foi realizada em Curitiba (Brasil) de 20 a 30 de março de 2006. A COP- 9 será realizada em Bonn (Alemanha) de 19 a 30 de maio de 2008 (CBD).

A Conferência das Partes, realizada em 1997 em Quioto, destaca-se como sendo uma das mais importantes, uma vez que propôs metas de redução de GEE para países do ANEXO B (países do ANEXO I com compromisso de redução de emissões) e criou diretrizes para a utilização de mecanismos de mercado através do Protocolo de Quioto (ROCHA, 2003, p.7).

1.1.1.2. Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto tem o mesmo objetivo da Convenção Quadro, a única diferença é que a Convenção encoraja os países desenvolvidos a estabilizarem e diminuírem suas emissões, enquanto o Protocolo torna isso uma obrigação (UNFCCC).

Segundo o artigo 3, do Protocolo de Quioto:

As Partes incluídas no Anexo I devem, individualmente ou conjuntamente, assegurar que suas emissões antrópicas agregadas, expressas em dióxido de carbono equivalente, dos gases de efeito estufa [...] não excedam suas quantidades atribuídas, [...], com vistas a reduzir suas emissões totais desses gases em pelo menos 5 por cento abaixo dos níveis de 1990 no período de compromisso de 2008 a 2012 (BRASIL, MCT, Protocolo de Quioto).

A abertura do Protocolo para assinatura dos países aconteceu em março de 1998, entretanto entrou em vigor aproximadamente sete anos depois, em 16 de fevereiro de 2005, noventa dias após a ratificação (NASCIMENTO, 2006).

De acordo com as regras determinadas pelos artigos 2 e 3 do Protocolo de Quioto, apresentadas no Brasil pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, os países ou partes dos países desenvolvidos, devem cumprir seus compromissos de redução de emissões de GEE, minimizando os impactos adversos ambientais, sociais e econômicos, a fim de promover o desenvolvimento sustentável. Estas reduções devem ser obtidas a partir de modificações de suas atividades antrópicas. Porém, frente às dificuldades tecnológicas, econômicas, físicas, entre outras, são permitidos mecanismos de flexibilização. Os artigos 6 e 12 do Protocolo definem como mecanismos de flexibilização a transferência de Unidades de Redução de Emissões (URE) entre as partes signatárias ao Protocolo, sendo cada unidade medida em tonelada de CO₂equivalente (tCO_{2eq}) (NASCIMENTO et. al, 2006).

Existem três tipos de mecanismos de flexibilização: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Os dois primeiros são aplicados para transferência de URE apenas entre países do Anexo 1 do Protocolo. Já o MDL estabelece as regras para a transferência de URE de signatários não Anexo 1 para signatários do Anexo 1. As unidades de redução de emissões decorrentes de flexibilização do tipo MDL são denominadas Certificados de Emissões Reduzidas (CER) (NASCIMENTO et. al, 2006).

Sendo o Brasil um país signatário do Protocolo e não constante do Anexo 1, o procedimento para MDL é a única opção possível de comercialização de Créditos de Carbono.

1.1.2. Mercados de Carbono

Para o cumprimento das metas de reduções estabelecidas pelo Protocolo de Quioto, criou-se um mercado de créditos de carbono, onde a unidade comercializada é a tonelada de carbono equivalente (tCO_{2e}).

O MDL, como explicado anteriormente, é um instrumento de flexibilização que visa financiar projetos que estimulem a redução das emissões de GEE, em países não pertencentes do anexo I da Convenção do Clima (países em desenvolvimento). Países desenvolvidos do Anexo B que não cumpram suas cotas de redução podem comprar créditos de projetos MDL para atingirem suas metas (BRASIL, BNDES & MCT, 1999).

O mercado de carbono também existe fora do contexto de Quioto, com vários programas voluntários de redução das emissões, como os dos Estados Unidos. O mercado voluntário abre as portas para a inovação, já que não tem muitas regras pré-estabelecidas como no Protocolo de Quioto, e para projetos de menor escala que seriam inviáveis sob Quioto.

As negociações são guiadas pelas regras comuns de mercado, podendo ser efetuadas em bolsas, através de intermediários ou diretamente entre as partes interessadas.

Segundo um relatório da Point Carbon (2008), em 2007 o valor do mercado global de carbono cresceu 80%, alcançando 40 bilhões de euros. O MDL foi avaliado pela empresa em 12 bilhões de euros em 2007, e com probabilidade de crescimento na demanda por estes certificados em 2008 devido a maior procura por projetos que anteriormente pareciam muito arriscados.

De acordo com um estudo da Trevisan Consult, o comércio de créditos de carbono está movimentando a economia de grandes países. O Brasil, que já ocupou o primeiro lugar no ranking dos principais produtores de projetos acabou perdendo lugar para a China e a Índia. Esses dois países em conjunto com a Austrália, Coreia do Sul e Japão produzem quase metade dos gases causadores do aquecimento global.

A seguir estão as principais bolsas que comercializam créditos de carbono (POINT CARBON,2008):

- CCX - Bolsa do Clima de Chicago;
- CCFE - Chicago Climate Exchange Futures - Subsidiária da CCX ;
- ECX - Bolsa do Clima Européia ;
- NordPoll (Oslo);
- EXAA - Bolsa de Energia da Áustria ;
- BM&F - Bolsa de Mercadorias e Fundos - Por enquanto somente trabalha com o leilão de créditos de carbono;
- New Values/Climex (Alemanha) - Mercado à vista (spot);
- Vertis Environmental Finance (Budapeste) ;
- Bluenext, antiga Powernext (Paris). Bolsa formada no ano passado pela bolsa de valores internacional NYSE Euronext e pelo Banco Público Francês Caisse des Depots após a compra das atividades de carbono da Powernext;

- MCX - Multi-Commodity Exchange (Índia) - Maior bolsa de commodities da Índia;

Outras bolsas tem planos quanto às negociações de créditos de carbono, como: Hong Kong Exchange e EEX (Bolsa de Energia Européia - Leipzig).

A Figura 3 mostra a evolução da quantidade de Gt (giga toneladas) de CO₂ equivalente negociados através de diferentes mecanismos em mercados regulamentados:

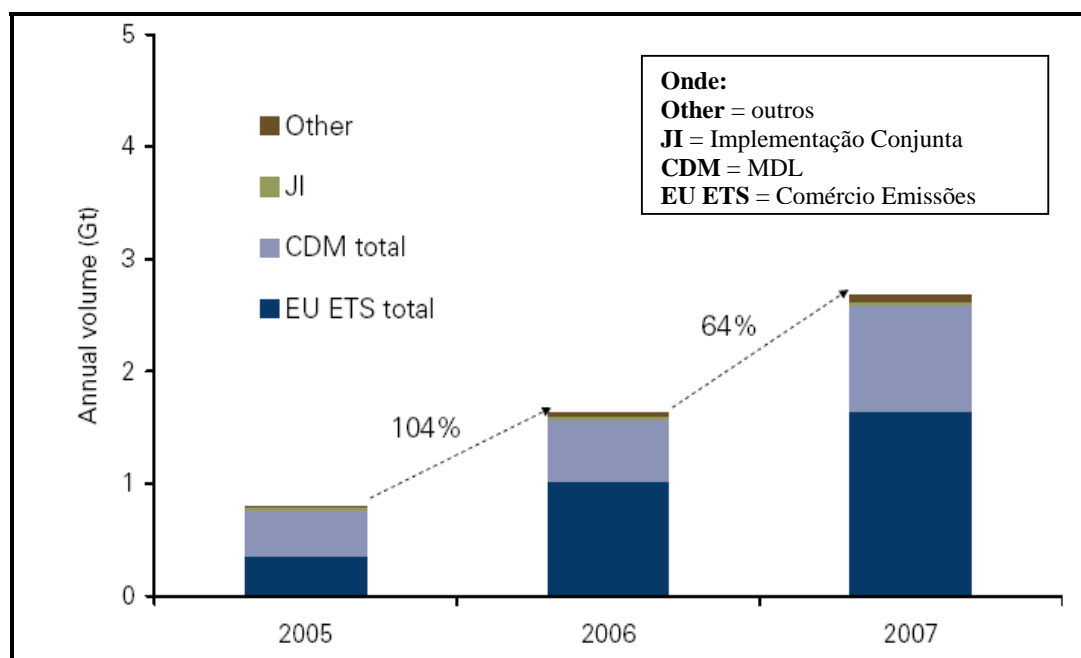


Figura 3 - Evolução do volume de créditos de carbono negociados
 Fonte: Point Carbon (2008)

A análise da figura 3 permite concluir que todos os mercados de carbono estão em ampla expansão.

1.1.2.1. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

Segundo o Protocolo de Quioto:

Artigo 12.2 - O objetivo do mecanismo de desenvolvimento limpo deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3.

Artigo 12.3 - Sob o mecanismo de desenvolvimento limpo:

(a) As Partes não incluídas no Anexo I beneficiar-se-ão de atividades de projetos que resultem em reduções certificadas de emissões; e

(b) As Partes incluídas no Anexo I podem utilizar as reduções certificadas de emissões, resultantes de tais atividades de projetos, para contribuir com o cumprimento de parte de seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3, como determinado pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo (MCT, Protocolo de Quioto).

Ainda segundo o protocolo, os projetos MDL podem ser divididos nas seguintes modalidades:

- Fontes renováveis e alternativas de energia;
- Eficiência/ conservação de energia;
- Reflorestamento e estabelecimento de novas florestas.

O artigo 12.10 do Protocolo descreve que “reduções certificadas de emissões obtidas durante o período do ano 2000 até o início do primeiro período de compromisso podem ser utilizadas para auxiliar no cumprimento das responsabilidades relativas ao primeiro período de compromisso”.

Segundo o artigo 12.4, para que essas ações se concretizassem seria necessária a criação de um Conselho Executivo de MDL (*Executive Board*) e também que a Conferência das Partes designasse entidades operacionais cujas funções incluíssem certificações.

Na COP 7, em Marrakesh, criou-se o *Executive Board*, além de instruções operacionais para o funcionamento do Protocolo de Quioto, sem a participação do maior emissor mundial de GEE, os EUA.

Segundo Rocha (2003, p.11), as funções do Conselho Executivo são:

- Promoção e transparência de mercado;
- Responsabilidade final pela certificação e verificação das reduções; e,
- Registro e validação das agências de certificação.

Com relação às reduções de emissões no MDL, o protocolo menciona:

Artigo 12.5. As reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto devem ser certificadas por entidades operacionais a serem designadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo, com base em:

- (a) Participação voluntária aprovada por cada Parte envolvida;

(b) Benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima, e

(c) Reduções de emissões que sejam adicionais as que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto (MCT, Protocolo de Quioto).

As etapas (Figura 4) pelas quais um projeto MDL deve ser submetido para gerar créditos estão descritas abaixo, baseadas na Cartilha de Orientação ao Ceramista (ECOLÓGICA ASSESSORIA, 2008):

A – Estudo de Viabilidade: Antes de elaborar o projeto é realizado um estudo de pré-viabilidade.

B – Elaboração do Projeto: Caso o projeto seja considerado viável inicia-se a elaboração do projeto que possui as seguintes etapas:

- *Linha de Base:* É o cenário que representa as emissões de gases do efeito estufa do cenário atual, sem a implantação da atividade de projeto. É utilizada para os cálculos das reduções de emissões do projeto, quantificando os créditos, e na verificação da adicionalidade do projeto.

- *Adicionalidade:* As emissões antropogênicas de GEE são menores do que as que ocorreriam na ausência do projeto; e/ou o seqüestro de carbono for maior que o que ocorreria na ausência do projeto. Deve-se provar que a atividade de projeto não ocorreria sem o financiamento dos créditos de carbono. Existem ferramentas para se provar a adicionalidade dos projetos.

- *Metodologia:* A metodologia compreende os procedimentos para avaliar a redução de emissões de acordo com cada caso. É utilizada uma metodologia aprovada pelo Painel de Metodologias, de acordo com as definições metodológicas da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) e do Comitê Executivo.

- *Limite do Projeto:* Abrange todas as emissões de gases do efeito estufa sob controle dos participantes do projeto, envolvendo fornecedores e consumidores finais.

- *Plano de monitoramento:* O plano inclui a forma de coleta e de armazenamento dos dados necessários para os cálculos de redução das emissões, de acordo com a metodologia adotada.

C – Validação: Após a elaboração do projeto, este é enviado para uma Entidade Operacional Designada (EOD) que realiza a *validação* do mesmo checando se tudo que foi escrito no projeto é verídico, através de visitas periódicas à empresa.

D - Aprovação / E – Registro: Na etapa de *aprovação* é realizado um relatório pela Agência Nacional Designada (AND) que será submetido à análise pelo Comitê Executivo que realizará seu *registro*.

F – Monitoramento e Verificação: O plano de monitoramento deverá ser implementado para que a EOD possa realizar a *verificação* da redução da emissão dos gases de efeito estufa como consequência da implantação do projeto.

G – Emissão dos RCEs (Reduções Certificadas de Emissões) ou CERs (Certified Emission Reductions): Após a *verificação*, os créditos poderão ser emitidos e assim comercializados.

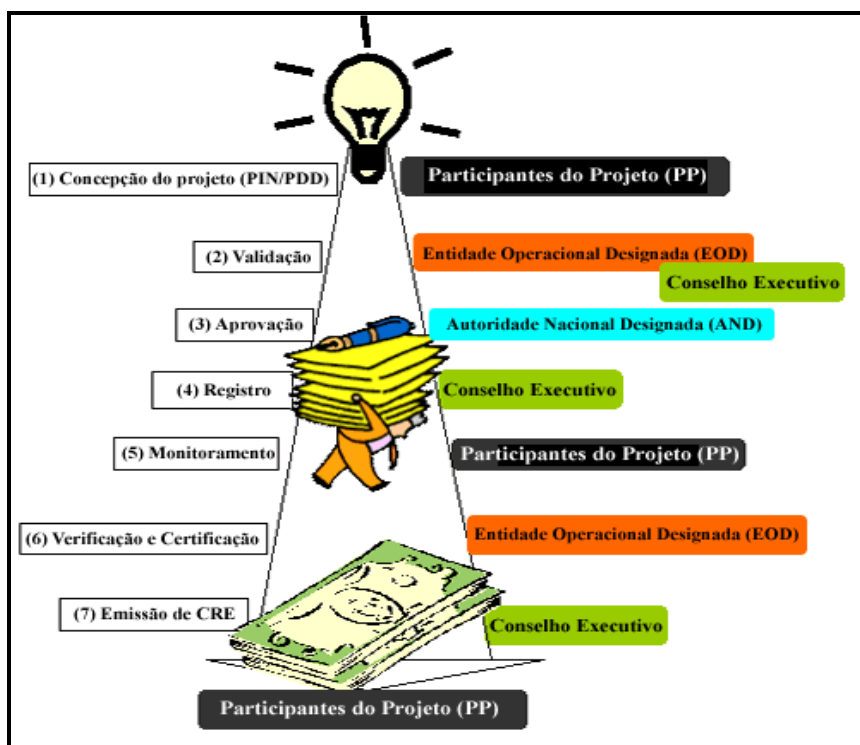


Figura 4 - Ciclo de um projeto MDL
Fonte: Pacific Consultants Co, Ltd.

1.1.2.2. Mercado Voluntário

Grupos e setores que não precisam diminuir suas emissões de acordo com o Protocolo de Quioto ou empresas localizadas em países não signatários do Protocolo de Quioto (como as empresas estado-unidenses), têm a alternativa de comercializar reduções de emissões nos chamados mercados voluntários. Esse comércio visa a neutralização das emissões de gases de efeito estufa de determinadas atividades, como viagens aéreas, processos industriais, etc. Também envolve atividades em bolsa de valores como a *Chicago Climate Exchange* (CCX) (CARBONO BRASIL).

O ciclo de projeto no mercado voluntário se assemelha ao ciclo de um projeto MDL, entretanto, é mais simplificado. Nele são dispensadas as fases de registro e emissão de créditos pelo Conselho Executivo da ONU. Os responsáveis pela emissão dos VERs (do inglês *Voluntary Emission Reductions* ou ainda *Verified Emission Reductions*) são organizações de terceira parte.

A figura 5 ilustra as possibilidades de geração de créditos para projetos situados em países desenvolvidos.

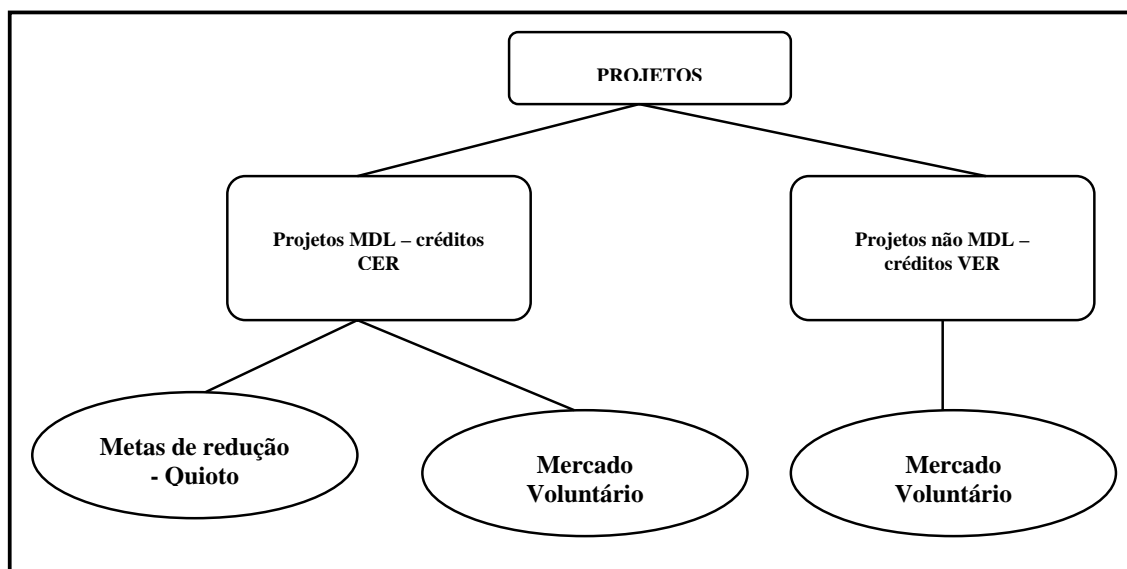


Figura 5 - Transações com créditos CER (*Certified Emission Reductions*) e VER (*Verified Emission Reductions*)

Fonte: Elaboração própria

O mercado voluntário apresenta dois componentes distintos: a *Chicago Climate Exchange* (CCX) – mercado regulamentado, formal – e o mercado

Over the Counter (OTC), que é um mercado não regulamentado, ou seja, não é um mercado de bolsa e sim um mercado onde as transações ocorrem entre duas partes diretamente. Devido às inúmeras transações realizadas no mercado OTC, o mercado voluntário apresenta estatísticas difíceis de serem realizadas, no entanto, grandes empresas atuantes no mercado voluntário se especializaram na elaboração de relatórios extremamente conceituados sobre essas negociações, como a *Ecosystem Marketplace* e a *New Carbon Finance*.

Segundo o relatório da *Ecosystem* e da *New Carbon* (2008) em 2007, 42,1 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e) foram negociadas no mercado OTC, juntamente com os 22,9 MtCO₂e comercializados na CCX. O mesmo relatório assegura que as transações confirmaram um total de 65 MtCO₂e negociadas, o triplo dos valores observados em 2006. Deve-se considerar que os valores descritos acima são considerados extremamente conservadores, uma vez que o relatório se baseia apenas em transações confirmadas.

O gráfico da figura 6 compara a evolução dos valores negociados no mercado OTC e CCX, demonstrando claramente o domínio do mercado OTC nas transações.

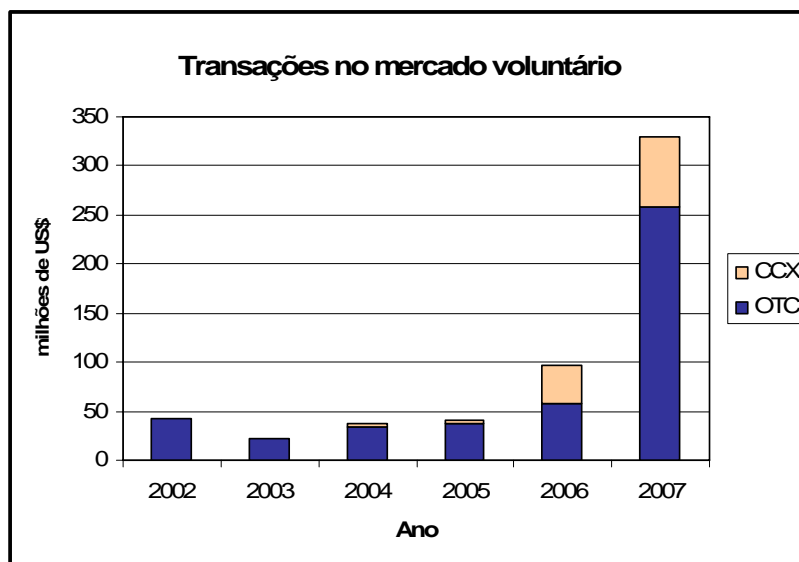


Figura 6 - Comparação entre as negociações na CCX e OTC
Adaptado de: Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance (2008)

Os tipos de projetos de créditos de carbono no mercado voluntário são muito diversificados. No mercado OTC, projetos de eficiência energética,

energia renovável, destruição de metano, metano evitado, e projetos florestais foram os predominantes no ano de 2007. Esses projetos se caracterizam por não apresentarem muitas controvérsias e por suas características carismáticas (ECOSYSTEM MARKETPLACE & NEW CARBON FINANCE, 2008).

Os principais compradores de créditos no mercado voluntário OTC estão descritos na tabela 3:

Tabela 3 - Principais compradores de créditos de carbono do mercado voluntário

| Compradores | % |
|--|----------|
| Empresas privadas visando neutralizar emissões | 50 |
| Empresas privadas especulando para transações futuras | 29 |
| ONGs | 13 |
| Pessoas físicas | 5 |
| Governos | 0.4 |
| Desconhecidos | 3 |

Adaptado de: Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance (2008)

Os potenciais compradores do mercado voluntário estão localizados principalmente em países desenvolvidos da União Européia (47%), Estados Unidos (34%), Austrália/Nova Zelândia (8%) e Canadá (3%) (ECOSYSTEM MARKETPLACE & NEW CARBON FINANCE, 2008).

Responsabilidade corporativa e pressões de mercado são citadas como as causas principais para a aquisição de créditos de carbono no mercado voluntário. A compra de créditos de determinados projetos é feita considerando-se principalmente a qualidade das certificações e os benefícios ambientais e sociais dos projetos, demonstrando a importância do fator “carisma” nos projetos voluntários (ECOSYSTEM MARKETPLACE & NEW CARBON FINANCE, 2008).

Em 2007, muitas discussões surgiram a respeito da qualidade dos créditos vendidos no mercado voluntário, onde as regras são mais flexíveis que as do mercado de Quioto. Por esse motivo, inúmeras entidades consideradas de terceira parte estão adentrando nesse mercado, com a função de regular, criar normas e regras que enriqueçam projetos no mercado voluntário – são os chamados sistemas de padronização. Na Figura 7 estão os principais padrões utilizados em projetos voluntários que se destacaram em 2007.

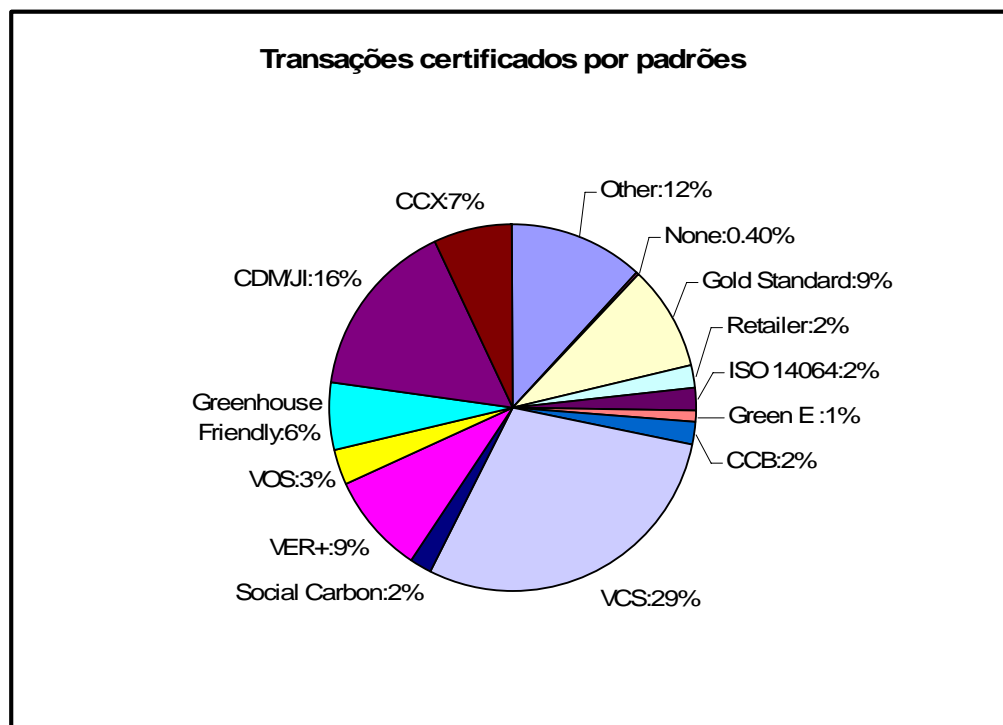


Figura 7 - Transações no mercado voluntário certificadas por padrões de entidades terciárias.

Adaptado de: Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance (2008)

1.1.2.3. **Comparações entre o mercado regulamentado de Quioto e mercado voluntário**

A tabela 4 compara os volumes e valores negociados no mercado voluntário e mercado regulamentado, segundo relatório da Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance (2008).

Tabela 4 - Comparação entre volumes e valores negociados mercados de carbono

| Mercados | Volume (MtCO ₂ e) | | Valores (milhões US\$) | |
|---------------------------------------|------------------------------|----------------|------------------------|-----------------|
| | 2006 | 2007 | 2006 | 2007 |
| OTC | 14,3 | 42,1 | 58,5 | 258,4 |
| CCX | 10,3 | 22,9 | 38,3 | 72,4 |
| Total do mercado voluntário | 24,6 | 65,0 | 96,7 | 330,8 |
| Total do mercado regulamentado | 1.702,2 | 2.918,2 | 40.072,7 | 66.086,5 |
| Total do mercado global | 1.726,7 | 2.983,2 | 40.169,4 | 66.417,2 |

Adaptado de: Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance (2008)

No mercado voluntário, a unidade de medida de 1 tCO₂e verificada é o VER (*Voluntary Emission Reduction*). O preço da tonelada de carbono em projetos voluntários varia muito, de 1,8 US\$ a 300 US\$, entretanto a média de valores negociados em 2007 no mercado OTC foi de 6,10 US\$/tCO₂e (ECOSYSTEM MARKETPLACE & NEW CARBON FINANCE, 2008). Já no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, a tonelada de CO₂e é vendida com um valor médio entre 15 – 16.5. € (aproximadamente 23,22 – 25,54 US\$) (WBI,2008). Esse valor mais alto se deve a maior burocracia e qualidade dos projetos no âmbito do MDL. Projetos de energia renovável e reflorestamento com espécies nativas apresentaram os melhores preços negociados, já na categoria dos menos valiosos estavam os projetos relacionados a seqüestro geológico de carbono e de indústrias de gás (WBI,2008).

Atualmente, o mercado voluntário representa ainda uma fatia pequena do total comercializado de créditos, entretanto, apresenta uma grande tendência de crescimento, pois a emissão de um VER é mais rápida e menos burocrática que a de um CER. Além do mais, é crescente o interesse de todos os setores da sociedade em investir em questões que visem minimizar o aquecimento global, seja por razões de marketing ou de consciência sustentável.

1.1.3. Principais componentes de projetos de créditos de carbono

1.1.3.1. Metodologia

Como descrito na seção 2.1.2.1. (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), para a elaboração do documento descritivo da atividade de projeto que visa à geração de créditos de carbono é necessária à existência de uma metodologia de quantificação dos créditos. Ou seja, essa metodologia deve descrever como são feitos os cálculos das emissões referentes ao período anterior à implantação da atividade de projeto (linha de base), e também os cálculos das emissões devido à atividade de projeto (emissões de projeto), e dessa forma, calcular as reduções de emissões (RE), como pode ser observado na figura 8 (SOUZA,2005).

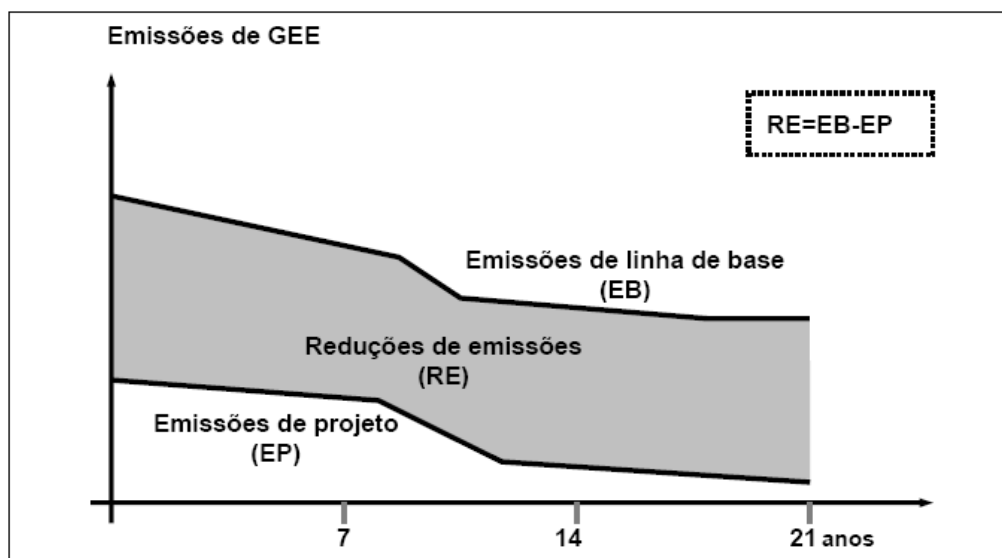


Figura 8 - Quantificação das reduções de emissões em metodologias de créditos de carbono

Adaptado de Souza (2005)

É necessário também que o projeto possua uma metodologia de monitoramento, que será utilizada na etapa de verificação dos créditos, para garantir que as reduções de emissões propostas pela metodologia de linha de base realmente foram alcançadas.

O enfoque do presente trabalho se relaciona à projetos aplicáveis em países em desenvolvimento, seja pelo MDL ou pelo mercado voluntário. A necessidade de metodologias para a quantificação de créditos de carbono existe tanto no mercado de Quioto, como no mercado voluntário.

No mercado voluntário, as metodologias utilizadas podem ser as mesmas do MDL ou de outros padrões específicos. Por ser um mercado sem regras rígidas, algumas metodologias existentes podem sofrer adaptações para o seu melhor emprego.

O Painel de Metodologias (MP), criado pelo Conselho Executivo do MDL (EB-MDL, vindo do inglês *Executive Board*), vinculado à ONU e responsável pela regulamentação do MDL, é o órgão responsável por regulamentar, avaliar e aprovar as metodologias de linha de base e monitoramento (SOUZA, 2005).

O painel executivo possui metodologias para 3 tipos de atividades de projetos (UNFCCC):

a) florestamento e reflorestamento: seqüestro de carbono;

b) grande escala :

- 52 metodologias aprovadas (AM - do inglês *Approved Methodologies*);
- 14 metodologias aprovadas e consolidadas (ACM – do inglês *Approved and Consolidated Methodologies*);
- Inúmeras metodologias novas em estudo.

c) pequena escala

As características de cada projeto, como a quantidade total de energia ou de outro produto produzido, determinam em que tipo de atividade de redução de emissão ele se enquadra, ou de grande escala ou de pequena escala.

O ANEXO A contém as siglas de todas as metodologias aprovadas até o presente momento (junho de 2008) pelo painel de metodologias da ONU.

1.1.3.2. Adicionalidade

Para que um projeto seja aprovado no MDL, deve passar por um processo de validação, registro e certificação, no qual são aferidos os critérios de elegibilidade definidos pelo Protocolo de Quioto (UNEP, 2003). Dentre os critérios de elegibilidade inclui-se a promoção do Desenvolvimento Sustentável e o que está definido no item 5 do artigo 12 do Protocolo de Quioto:

- Participação voluntária das partes envolvidas no projeto;
- Benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados à mitigação da mudança do clima;
- Reduções de emissões que sejam adicionais às que ocorreriam na ausência do projeto.

O último critério, comumente chamado de adicionalidade, consiste na redução de emissões ou no aumento da remoção de gases precursores do efeito estufa de forma adicional ao que ocorreria na ausência do projeto. Em outras palavras, para que um projeto de MDL seja creditado e possa emitir CERs, deve comprovar que contribuiu, de forma adicional à determinada referência, para a redução de emissões ou para o seqüestro de carbono da atmosfera. A forma imprecisa com o que a definição da adicionalidade foi estabelecida pelos textos legais tem levado a literatura a identificar tanto seu aspecto ambiental, respeitante à comprovação das reduções de emissões de gases precursores de efeito estufa em

relação ao cenário de referência, quanto seu aspecto financeiro, como as barreiras ao investimento e a viabilidade econômica do projeto com e sem os recursos oriundos do MDL (LEME et al., 2004).

O Painel Executivo da ONU possui uma ferramenta utilizada para facilitar a identificação dos aspectos adicionais dos projetos.

Além do aspecto ambiental da adicionalidade, há que se abordar os aspectos financeiros a ela associados. Eles dizem respeito à verificação da viabilidade econômica do projeto na ausência do incentivo financeiro representado pelo MDL, em outras palavras, procuram responder à questão: teria o projeto acontecido na ausência dos benefícios financeiros do MDL? Com isso pretende-se verificar o real incentivo que o MDL confere ao projeto sob análise. De acordo com algumas interpretações, projetos que teriam acontecido de qualquer maneira não seriam elegíveis ao MDL (LEME et al., 2004).

A adicionalidade deve ser provada por fluxogramas, análises qualitativa e quantitativas de diferentes opções potenciais, indicação do porquê as opções diferentes daquela do projeto são mais viáveis, indicação de barreiras e indicação de que o projeto não é considerado prática comum (por exemplo que ocorre menos de x% em casos similares) na área de implementação do projeto ou que o projeto não faz parte de exigências legais (LEME et al., 2004).

Em projetos do mercado voluntário, a adicionalidade também é uma ferramenta utilizada, sendo considerada o aspecto principal analisado na compra de créditos de carbono de determinado projeto (ECOSYSTEM MARKETPLACE & NEW CARBON FINANCE, 2008).

1.1.3.3. Sustentabilidade

A questão da sustentabilidade no Protocolo de Quioto é tratada em dois momentos:

Artigo 2: Cada Parte incluída no Anexo I, ao cumprir seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões assumidos sob o Artigo 3, a fim de promover o desenvolvimento sustentável. (Protocolo de Quioto)

Item 2, artigo 12: O objetivo do mecanismo de desenvolvimento limpo deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3. (Protocolo de Quioto)

A Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima, Entidade Nacional Designada, responsável pelo registro de projetos MDL no país, estabelece ferramentas para a comprovação da contribuição dos projetos para sustentabilidade.

Resolução nº 1, Art. 3º, Anexo I: Adicionalmente, como elemento informativo à Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, deve constar no documento de concepção do projeto uma descrição da contribuição da atividade de projeto para o desenvolvimento sustentável de acordo com o Anexo III a esta resolução e em conformidade com o Artigo 12.2 do Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

A CIMGC estabelece que os documentos de concepção do projeto no país contenham as seguintes descrições:

- Contribuição para a sustentabilidade ambiental local;
- Contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração líquida de empregos;
- Contribuição para a distribuição de renda;
- Contribuição para a capacitação e desenvolvimento tecnológico;
- Contribuição para a integração regional e a articulação com outros setores.

A CIMGC, ainda com o intuito de garantir a contribuição dos projetos para o desenvolvimento sustentável, exige que todos os atores envolvidos em projetos, ou como são chamados stakeholders (partes interessadas), sejam consultados e participem da divulgação do projeto, compreendendo a atividade de projeto e seus benefícios.

Os stakeholders são definidos dentro do limite de abrangência do projeto. A CIMGC define alguns stakeholders obrigatórios, e outros deverão ser identificados ao longo do desenvolvimento do projeto, e delimitação adequada dos limites de abrangência do projeto.

São considerados stakeholders obrigatórios:

- Prefeitura e Câmara dos vereadores;
- Órgãos Ambientais Estadual e Municipal;
- Fórum Brasileiro de ONG's e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento;
- Associações comunitárias;
- Ministério Público.

O Mercado Voluntário, entretanto, é carente de sistemas de padronização analíticos, e teoricamente, não necessitam seguir as estipulações estabelecidas acima. Não obstante, os métodos capazes de garantir a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável têm sido amplamente utilizados a fim de garantir aos compradores dos créditos que seus investimentos apresentam retorno socioeconômico e ambiental, agregando qualidade e valor aos projetos de redução e seqüestro de carbono (SOCIAL CARBON).

Existe no mercado uma gama de sistemas de registro que se utiliza de métodos variados para garantir que projetos envolvendo redução, seqüestro e mitigação de gases de efeito estufa na atmosfera, demonstrem sua contribuição significativa para a sustentabilidade da área envolvida com o mesmo. Entre eles, a Metodologia do Carbono Social é a única que propõe uma avaliação, monitoramento e mensuração constante da sustentabilidade destes tipos de projeto (SOCIAL CARBON).

1.1.4. Sistemas de Padronização – A Metodologia do Carbono Social

Os sistemas de padronização podem ser utilizados para projetos no âmbito de Quioto e também para projetos voluntários. Entretanto, são mais frequentemente empregados para enriquecer a qualidade dos projetos no mercado voluntário.

Cada padrão enfatiza determinados aspectos do projeto. O padrão do Carbono SocialTM (*Social Carbon*) prioriza os critérios de sustentabilidade.

O Carbono Social é o carbono absorvido/reduzido, considerando as ações que viabilizem e melhorem as condições de vida das comunidades envolvidas nos projetos de redução de emissões/mudanças climáticas, visando assegurar o bem-estar e a cidadania, sem degradar a base de recursos (MERLIN, REZENDE, 2000).

Criado e desenvolvido pelo Instituto Ecológica, uma Organização de Saúde Civil e Interesse Público, em 1998, o conceito de Carbono Social originou-se da necessidade de garantir que projetos delineados para a redução e mitigação dos efeitos negativos de gases do efeito estufa pudessem promover uma contribuição genuína para o desenvolvimento sustentável, através da incorporação de um método transparente de investigação e mensuração dos benefícios obtidos pelas comunidades envolvidas com os projetos. O comprometimento das comunidades

com projetos de efeito estufa asseguram a sustentabilidade destes projetos a longo prazo (MERLIN, REZENDE, 2000).

A Metodologia do Carbono Social foi criada para suprir a ausência de outra metodologia capaz de detectar e monitorar, de maneira participativa e transparente, as mudanças ocorridas numa comunidade ou empreendimento específico (MERLIN, REZENDE, 2000). A abordagem do Carbono Social é essencialmente baseada no conceito de meio de vida sustentável, definido por Ian Scoones (1998):

Um meio de vida é sustentável quando este pode cooperar e se recuperar de choques e estresses, mantendo ou aperfeiçoando suas capacidades e recursos disponíveis, tanto hoje quanto no futuro, sem degradar sua base de recursos naturais.

Scoones (1998) também foi responsável pela elaboração de uma estrutura sistemática que possui como objetivo a mensuração dos meios de vida sustentáveis, passível de ser utilizado em todos os níveis de organização humana. De acordo com Scoones, a habilidade de atingir diferentes meios de vida depende da disponibilidade de recursos básicos, de ordem social e material, os quais foram definidos pelo autor como: recursos naturais, financeiros, humanos, sociais e físicos. A Metodologia do Carbono Social adotou os primeiro quatro recursos definidos por Scoones, incorporando mais dois recursos adicionais: biodiversidade e carbono (MERLIN, REZENDE 2006):

Recurso Social: abrange ações de responsabilidade social, além de relações e interação entre associações e organização não governamentais, relacionamento com a comunidade local.

Recurso Humano: voltado para análise da habilidade, conhecimento e capacitação para o trabalho, incluindo questões de saúde e segurança dos trabalhadores.

Recurso Financeiro: é o capital básico (dinheiro, crédito/débito, poupança e outros bens econômicos), que está disponível para as empresas/comunidades, assim como as formas de investimentos e barreiras financeiras do projeto.

Recurso Natural: analisa a relação existente entre a empresa/comunidade e o meio ambiente considerando impactos sobre os recursos naturais, ações que contribuem para conservação do meio ambiente e manutenção de serviços ambientais.

Recurso Carbono: refere-se ao tipo de manejo de carbono desenvolvido, e características referentes ao projeto de seqüestro ou redução de emissões.

Recurso Biodiversidade: o projeto está em áreas de importância para conservação e/ou biodiversidade, presença de animais em extinção na região, ecossistemas de importância econômica com forte atividade antrópica .

Para que seja realizado o monitoramento e mensuração dos aspectos relevantes do projeto, a metodologia utiliza indicadores de sustentabilidade. O estabelecimento de indicadores propicia um direcionamento para a tomada de decisões estratégicas baseada nos principais pontos de fragilidade identificados durante os diagnósticos (MERLIN E REZENDE, 2000; SANTOS, 2008).

Cada um dos seis recursos possui um conjunto de recursos que serão avaliados periodicamente. Um exemplo de indicadores de recursos humanos é: saúde, qualificação profissional, escolaridade, entre outros (SANTOS, 2008). O desempenho dos indicadores através dos anos será analisado através de um hexágono, como mostra a Figura 9 abaixo.

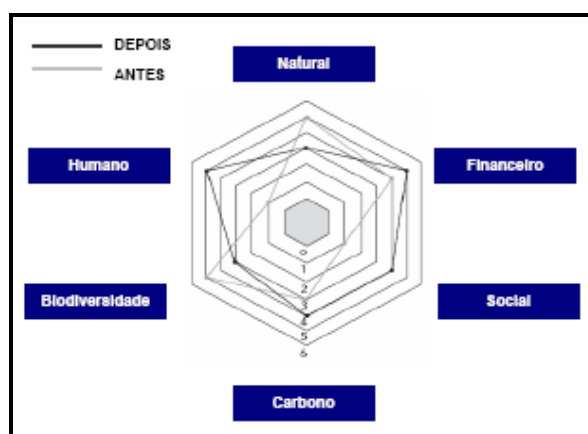


Figura 9 - Exemplo de Hexágono Conceitual da Metodologia do Carbono Social.
Fonte: Adaptado de Merlin e Rezende, 2000.

Nos últimos dez anos, o conceito de Carbono Social tem sido monitorado, avaliado e lapidado, a fim de se tornar aplicável a uma gama de projetos de diferentes origens, visando à criação de uma metodologia padrão participativa, elegível em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MERLIN, REZENDE, 2000; SANTOS, 2008)

1.1.5. Critérios Determinantes na Compra de Créditos de Carbono

A *Ecosystem Marketplace* e *New Carbon Finance* realizaram uma pesquisa com os principais compradores de créditos de carbono, para identificar quais os aspectos constituintes de um projeto, determinantes para a compra dos créditos.

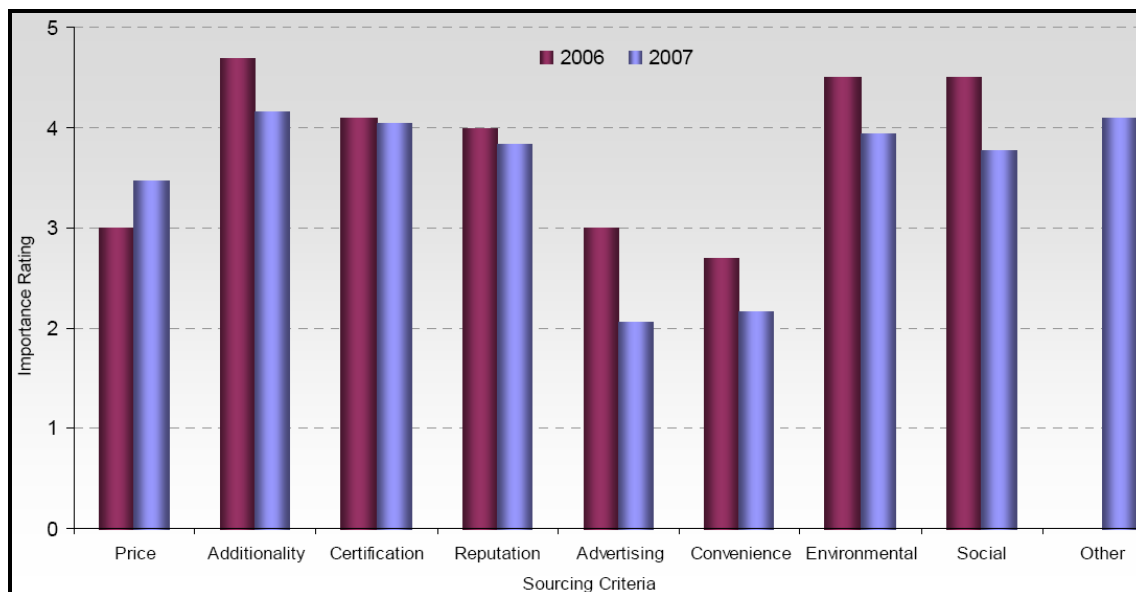


Figura 10 - Aspectos determinantes na compra de créditos de carbono
Fonte: ECOSYSTEM MARKETPLACE & NEW CARBON FINANCE, 2008

Como observado na Figura 10, a maior relevância é atribuída aos seguintes aspectos, descritos em ordem decrescente:

- Adicionalidade;
- Certificação;
- Aspectos Ambientais;
- Aspectos Sociais;
- Reputação
- Preços;
- Propaganda.

Os aspectos citados são considerados em todos os mercados de carbono, tanto no MDL como no voluntário.

1.1.6. Participação do Brasil no Comércio de Emissões

Adotando uma perspectiva conservadora, a CEPAL (2000) enuncia que, do montante das reduções que deverão ser realizadas pelos mecanismos de flexibilização - 400 a 900 milhões de toneladas de carbono equivalentes -, é possível estimar que de 8% a 12% deverão ser operacionalizadas na América Latina.

Os gráficos das figuras 11 e 12 representam os números de projetos MDL na América Latina por país, e os volumes de CERs já em negociação perante o conselho executivo da ONU.

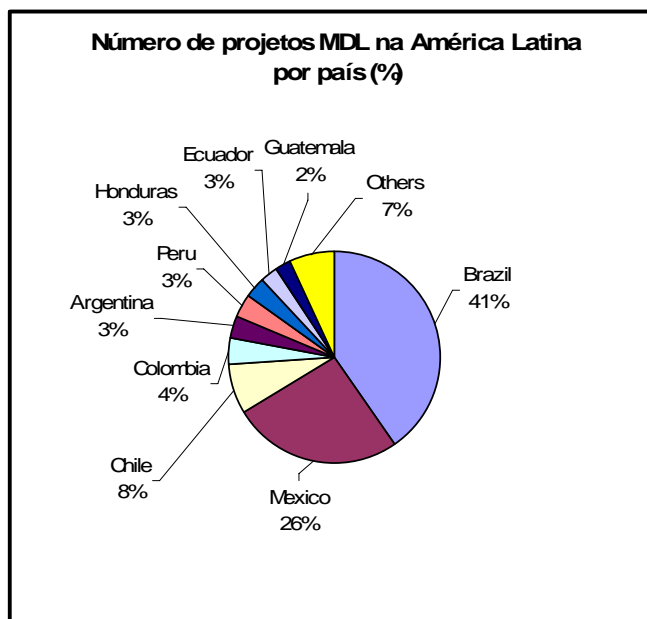


Figura 11 - Porcentagem de projetos MDL por países da América Latina
Fonte: CDM pipeline. Disponível em <http://cdmpipeline.org/cdm-projects-region.htm>

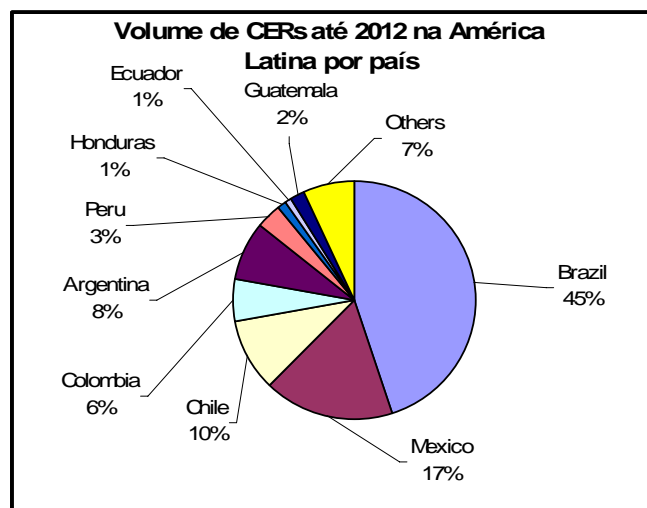


Figura 12 - Porcentagem de projetos MDL em volume por países da América Latina
Fonte: CDM pipeline. Disponível em <http://cdmpipeline.org/cdm-projects-region.htm>

Como observado nas figuras anteriores, o Brasil representa o país com maior quantidade de projetos (41%) e maior volume de CERs (45%) gerados na América Latina.

Com relação às perspectivas para o mercado voluntário, segundo o relatório da Ecosystem Marketplace & New Carbon Finance (2008), a América Latina detém 7% dos projetos negociados, sendo o Brasil o responsável pela maior parte desses projetos.

1.2. BIODIESEL

1.2.1. Histórico

Curiosamente, a história do biodiesel tem início no mesmo momento da criação do óleo diesel proveniente de petróleo. Criado por Rudolf Diesel, no século XIX, o motor com maior eficiência termodinâmica até então, foi concebido para operar com óleo diesel de origem mineral (BIODIESELBR; CHING, RODRIGUES, 2006; GAZZONI, 2007).

O governo francês, entretanto, com intuito de minimizar os custos energéticos de suas colônias na África, decidiu incentivar a produção de óleos a partir de matérias primas de origem mineral e animal, de extrema abundância no continente africano (GAZZONI, 2007).

O início das pesquisas envolveu testes com óleo de amendoim, e apresentaram resultados extremamente satisfatórios. A empresa francesa Otto, através de motores adaptados e desenhados por Nikolau Otto, desenvolveu o primeiro motor movido a óleo de amendoim, que foi apresentado com sucesso na Exposição de Paris em 1900 (BIODIESELBR; CHING, RODRIGUES, 2006; GAZZONI, 2007).

Rudolph Diesel sobre o Biodiesel, em 1911:

O motor diesel pode ser alimentado com óleos vegetais, e poderá ajudar consideravelmente o desenvolvimento da agricultura nos países onde ele funcionar. Isto parece um sonho do futuro, mas eu posso dizer com convicção que esse modo de emprego do motor diesel, pode num dado tempo, adquirir muita importância.

Nos 30 anos seguintes houve descontinuidade do uso de óleo vegetal como combustível, provocada, principalmente, pelo baixo custo do óleo

diesel de fonte mineral, por alterações políticas no governo francês, incentivador inicial, e por razões técnicas (CHING, RODRIGUES, 2006; GAZZONI, 2007).

Com a eclosão da Segunda Guerra Mundial, muitos governos encontraram-se numa situação de extrema segurança quanto à base de sua matriz energética habitual, em sua maioria composta por derivados do petróleo, e foi iniciada a adoção de outros tipos de matérias-primas para produção de combustíveis de emergência, entre eles, o óleo vegetal. As indústrias de esmagamento e produção de óleo, instaladas para suprir a demanda do emergencial, não dispunham de uma base tecnológica adequada e acabaram não progredindo após 1945, com o encerramento do conflito de ordem mundial. Contudo, a utilização do óleo vegetal como combustível deixou um importante legado no meio científico abrindo caminhos para muitas pesquisas sobre a temática. Países como os EUA, a Alemanha e a Índia deram seqüência a pesquisas com combustíveis renováveis, e atualmente, desfrutam de importantes posições mundiais como referência no uso do biodiesel (BIODIESELBR; CHING, RODRIGUES, 2006; GAZZONI, 2007).

1.2.1.1. História do biodiesel no Brasil

O Pró-álcool foi o ponto de partida para as pesquisas brasileiras sobre combustíveis alternativos, embora todas arquivadas. As metas do programa eram claras: aumentar a produção de alimentos e exportáveis do setor rural; buscar a estabilidade interna e equilíbrio nas contas externas; e transferir a responsabilidade da superação da crise do petróleo para o primeiro setor da economia, a agroindústria (BIODIESELBR; CHING, RODRIGUES, 2006).

O uso energético de óleos vegetais no Brasil foi proposto em 1975, originando o Pró-óleo – Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos. Seu objetivo era gerar um excedente de óleo vegetal capaz de tornar seus custos de produção competitivos com os do petróleo, com a participação de institutos de pesquisa, de indústrias automobilísticas e de óleos vegetais, de fabricantes de peças e de produtores de lubrificantes e combustíveis. Em 1980, passou a ser o Programa Nacional de Óleos Vegetais para Fins Energéticos, pela Resolução nº 7 do Conselho Nacional de Energia (PORTAL DO BIODIESEL).

A meta do Programa era promover a substituição de até 30% de óleo diesel apoiado na produção de soja, amendoim, soja e girassol. A estabilização dos preços do petróleo e a entrada do Proálcool, juntamente com o alto custo da produção e processamento das oleaginosas, foram fatores determinantes para a desaceleração do programa incentivador do uso do biodiesel (BIODIESELBR).

No Brasil, a história do biodiesel passou a se destacar a partir do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, criado a partir da Lei 11097 de 13 de Janeiro de 2005 (BIODIESELBR; CHING, RODRIGUES, 2006).

Art. 2º Fica introduzido o biodiesel na matriz energética brasileira, sendo fixado em 5% (cinco por cento), em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional.

O prazo estabelecido para o cumprimento das exigências legais é de oito anos a partir da publicação da Lei, e, em 2008, presente data, a utilização mínima do biodiesel, em volume, deve ser 2%, mistura conhecida como B2. É nesta Lei ainda, que foi instituída a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, responsável legal pela regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria de combustíveis no país (PORTAL DO BIODIESEL).

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) trata-se de um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação sustentável da produção e uso do biodiesel no país, considerando aspectos técnicos, econômicos e sociais. Espera-se que através da geração de empregos e renda, consequência das novas usinas de biodiesel implantada promova-se a inclusão social e o desenvolvimento regional (BIODIESELBR; PORTAL DO BIODIESEL).

A administração e gerência do Programa Nacional do Biodiesel é realizada pela Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel (CEIB), responsável pela elaboração, implementação e monitoramento do programa, sendo passível de proposição de atos normativos, caso estes sejam necessários para o cumprimento das metas e diretrizes do Programa. A execução das ações e diretrizes propostas pela Comissão são realizadas pelo Grupo Gestor. O Grupo Gestor é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), e integrado por componentes de um órgão governamental específico (PORTAL DO BIODIESEL), como definido abaixo:

- [Ministério das Minas e Energia](#) – MME, com a missão de estabelecimento de política energética;
- [Casa Civil da Presidência da República](#) - CCPR;
- [Ministério da Ciência e Tecnologia](#) - MCT;
- [Ministério do Desenvolvimento Agrário](#) – MDA, com a missão de zoneamento agrícola para as plantações destinadas à produção de biodiesel;
- [Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior](#) - MDIC
- ;
- [Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão](#) - MP;
- [Ministério da Fazenda](#) - MF;
- [Ministério do Meio Ambiente](#) - MMA;
- [Ministério da Integração Nacional](#) - MIN;
- [Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento](#) - MAPA;
- [Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES](#);
- [Agência Nacional do Petróleo - ANP](#), com a missão de regular, fiscalizar e regulamentar as atividades envolvidas com biodiesel;
- [Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras](#);
- [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa](#);
- [Ministério do Desenvolvimento Social - MDS](#).

A Figura 13 abaixo mostra um esquema representativo da estrutura gerencial do Programa Nacional da Produção e Uso do Biodiesel.



Figura 13 - Estrutura Gerencial do Programa Nacional e Uso do
Fonte: Portal do Biodiesel

Depois de meia década de estudos e investimentos em tecnologias relacionadas ao biodiesel, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel firmou-se como a mais importante ferramenta do Governo Federal em prol da utilização deste combustível de origem renovável, permitindo a organização de sua cadeia produtiva, definição de linhas de financiamento, e estruturação da base tecnológica para produção do biodiesel; o Programa destacou-se como um marco regulatório do novo combustível, estabelecido como ação estratégica e prioritária para o desenvolvimento do país (HOLANDA, 2004; PORTAL DO BIODIESEL).

Em um primeiro momento, o nível de produção nacional tornou-se um grande desafio para o cumprimento das metas estabelecidas no âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, que necessitou de, aproximadamente, 750 milhões de litros do produto em sua fase inicial. A capacidade produtiva de 2005 supria somente 17% da demanda, considerando a mistura B2, contendo 2% de biodiesel no óleo diesel. Porém, com a aprovação das usinas cuja solicitação tramitava na Agência Nacional do Petróleo, a capacidade de produção instalada foi capaz de atender a demanda do ano de 2006. Prevê-se que esta capacidade terá que ser triplicada até 2012, com a necessidade de adição de

5% de biodiesel ao petrodiesel (CHING, RODRIGUES, 2006; PORTAL DO BIODIESEL).

Abaixo, a Tabela 5 resume os mais importantes marcos regulatórios brasileiros com relação ao Biodiesel, incluindo as principais leis envolvidas com o incentivo à atividade produtora do combustível em questão.

Tabela 5 - Legislação brasileira relacionada à produção do biodiesel

| Tema | Ato Normativo | Descrição |
|--|---|---|
| Incentivo ao mercado de biodiesel | Lei 11097, de 13 de Janeiro de 2005 | Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis 9.478, de 6 de agosto de 1997; 9.847, de 26 de outubro de 1999; e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. |
| | Decreto 5.448, de 20 de maio de 2005 | Regulamenta o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, e dá outras providências. |
| Agência Regulatória do Mercado de Biodiesel | Resolução ANP 41, de 24 de novembro de 2004 | Fica instituída a regulamentação e obrigatoriedade de autorização da ANP para o exercício da atividade de produção de biodiesel. |
| Comercialização | Resolução ANP 42, de 24 de novembro de 2004 | Estabelece a especificação para a comercialização de biodiesel que poderá ser adicionado ao óleo diesel na proporção de 2% em volume. |
| Apoio Financeiro | Resolução BNDES 1.135 / 2004 | Assunto: Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel no âmbito do Programa de Produção e Uso do Biodiesel como Fonte Alternativa de Energia. |
| Mercado de biodiesel | Resolução ANP 31, de 04 de novembro de 2005 | Regula a realização de leilões públicos para aquisição de biodiesel. |
| | Resolução CNPE 3, de 23 de setembro de 2005 | Reduz o prazo de que trata o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, e dá outras providências. |
| Pré-Programa Nacional de Produção do Biodiesel | Decreto de 02 de julho de 2003 | Institui Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia, propondo, caso necessário, as ações necessárias para o uso do biodiesel. |
| | Decreto de 23 de dezembro de 2003 | Institui a Comissão Executiva Interministerial encarregada da implantação das ações direcionadas à produção e ao uso de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia. |
| Selo do Combustível Social | Instrução Normativa MDA 02, de 30 de setembro de 2005 | Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos ao enquadramento de projetos de produção de biodiesel ao Selo Combustível Social. |
| | Instrução Normativa MDA | Dispõe sobre os critérios e procedimentos |

| | | |
|----------------------------|--|---|
| | 01, de 5 de julho de 2005 | relativos à concessão de uso do Selo Combustível Social. |
| | Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005 | Dispõe sobre o Registro Especial, na Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda, de produtor ou importador de biodiesel e sobre a incidência da contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins sobre as receitas decorrentes da venda desse produto; altera as Leis nos 10.451, de 10 de maio de 2002; e 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências. |
| | Decreto Nº 5.457, de 6 de junho de 2005 | Reduz as alíquotas da contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins incidentes sobre a importação e a comercialização de biodiesel. |
| Tributos | Decreto Nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004 | Dispõe sobre os coeficientes de redução das alíquotas de contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins, incidentes na produção e na comercialização de biodiesel, sobre os termos e as condições para a utilização das alíquotas diferenciadas, e dá outras providências. |
| | Instrução Normativa SRF nº 526, de 15 de março de 2005 | Dispõe sobre a opção pelos regimes de incidência da contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins, de que tratam o art. 52 da Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003, o art. 23 da Lei nº 10.865, de 30 de abril de 2004, e o art. 4º da Medida Provisória nº 227, de 6 de dezembro de 2004. |
| | Instrução Normativa SRF nº 516, de 22 de fevereiro de 2005 | Dispõe sobre o Registro Especial a que estão sujeitos os produtores e os importadores de biodiesel, e dá outras providências. |
| Utilização de combustíveis | Portaria ANP 240, de 25 de agosto de 2003 | Estabelece a regulamentação para a utilização de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos não especificados no país. |

Fonte: Adaptado de Ching e Rodrigues, 2006.

1.2.2. Definição

Da Lei nº 11.097, de 13 de setembro de 2005, responsável pela introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.

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

O biodiesel trata-se de um combustível renovável que pode ser obtido a partir de inúmeros tipos de matérias-primas graxas (HOLANDA, 2004; OLIVEIRA ET AL, 2002), entre elas:

A- *Matéria-Prima de origem vegetal:* Óleos de Soja, Canola, Palma, Girassol, Amendoim, Algodão, entre outros.

B- *Matéria-Prima de origem animal:* Gordura bovina, suína e aviária.

C- *Matéria-Prima de origem residual:* Óleos e gorduras previamente utilizados em frituras ou esgotos. Também conhecidos como OGR (Óleos e Gorduras Residuais).

O Biodiesel, assim como o etanol, apresenta-se como uma das mais importantes alternativas sustentáveis para o segmento de combustíveis, uma vez que derivam de biomassa renovável, e durante todo seu ciclo de produção e consumo apresentaram características menos impactantes para o meio ambiente. O biodiesel pode ser obtido por diferentes processos tais como o craqueamento, ou mais comumente transesterificação (SUAREZ, 2006; ALVES ET AL, 2008).

Especificamente, o biodiesel vem substituir o óleo diesel, integral ou misturado com o próprio diesel em frações adequadas; este combustível de origem renovável pode ser utilizado em motores a combustão de transportes rodoviários, aquaviários, e até mesmo na geração de energia elétrica. Pode ser usado puro ou misturado ao diesel em diversas proporções (SUAREZ, 2006; OLIVEIRA ET AL, 2002; RAMOS, 2006).

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, conhecida como ANP tem a sua própria definição, utilizada para efeitos legais e controle de Qualidade, e definida na Resolução ANP 41/2004:

I – Biodiesel – B100: combustível composto de alqui-ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais, conforme a especificação contida no Regulamento Técnico nº 4/2004, parte integrante desta Resolução;

II – Mistura óleo diesel/biodiesel – B2: combustível comercial, composto de 98%, em volume, de óleo diesel, conforme a especificação da ANP, e 2% em volume de Biodiesel, que deverá atender à especificação prevista pela Portaria ANP nº 310, de 27 de dezembro de 2001, e suas alterações;

III – Mistura autorizada óleo diesel / Biodiesel: combustível composto de Biodiesel e Óleo Diesel, em proporção definida quando da autorização concedida para testes e uso experimental, conforme previsto pela Portaria ANP nº 240, de 25 de agosto de 2003;

Por outro lado, a definição norte americana do Biodiesel, estabelecida pelo National Biodiesel Board - NBB, através da especificação ASTM D6751/2002, item 3 (“Terminology”),discorre sobre o combustível:

Biodiesel é um combustível composto de mono-álquil-éster de cadeia longa de ácidos graxos, derivado de óleos vegetais ou gorduras animais, designado B100. Biodiesel é tipicamente produzido através da reação de óleos vegetais ou gorduras animais com álcool, como metanol ou etanol, na presença de catalisadores, para se produzirem mono-álquil ésteres e glicerina, que é removida. O Biodiesel resultante é derivado, em 10% de sua massa, do álcool reagido. O álcool utilizado na reação poderá ser proveniente de fontes renováveis.

Uma vez clara a definição de biodiesel, é essencial compreender também o que não é biodiesel. Assim, é imprescindível ter conhecimento de que quaisquer óleos de origem vegetal, animal ou residual, os quais não tenham sofrido transesterificação ou equivalente, não são considerados biodieseis; mesmo que se encontrem misturados com porções de óleo diesel originado de petróleo (RAMOS, 2006).

1.2.3. A Produção de Biodiesel

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 pois os óleos são formados em sua maioria por ésteres de glicerina, 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 exemplificados na Figura 14.

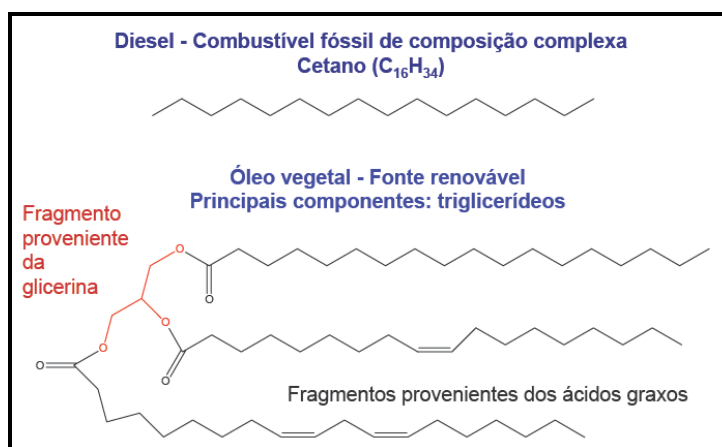


Figura 14 - Esquema sobre as diferenças moleculares entre óleos vegetais puros e óleo diesel.

Fonte: Ribeiro, 2006.

A Tabela 6 apresenta uma comparação entre as características dos óleos vegetais puros e o óleo diesel específico para comercialização.

Tabela 6 - 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.

Para que os óleos vegetais e outros materiais graxos possam ser usados como combustível em motores a diesel, é necessário que os mesmos passem por modificações químicas e físicas, causadas principalmente pela quebra das moléculas dos óleos triglicérides em moléculas menores. Atualmente, existem duas rotas tecnológicas que possibilitam a transformação de materiais graxos em biodiesel: o craqueamento e a transesterificação.

1.2.3.1. Craqueamento

Chamamos de craqueamento térmico ou pirólise, o processo químico da quebra de moléculas, através de combinações ideais de temperatura e pressão, ocasionando o refinamento de combustíveis. O processo, na produção de biodiesel, pode ser resumido pelo aquecimento da matéria prima sem a presença de ar ou oxigênio, com temperaturas aproximadas a 400°C, formando uma mistura de compostos químicos com propriedades muito semelhantes às do diesel de petróleo. O processo pode contar com o auxílio de um catalisador para a quebra das ligações químicas, de modo a gerar moléculas menores (SUAREZ ET AL, 2006).

O craqueamento ainda é uma alternativa que apresenta alto custo para a produção do biodiesel em grande escala, entretanto, inúmeros pesquisas vêm sendo realizados para análise da viabilidade deste procedimento na obtenção de combustíveis a partir de óleos vegetais (RAMOS, 2006; SUAREZ,2006). Estudos

realizados pela Universidade de Brasília – UnB, mostram algumas características das matérias-primas do biodiesel quando submetidas ao craqueamento, como apresentado na tabela 7.

Tabela 7 - Características dos materiais graxos após craqueamento.

| Propriedades Físico -Químicas | Matéria -Prima | | | | | Norma Específica para Diesel |
|---|----------------|---------------|----------------|---------------|-------------|------------------------------|
| | Óleo de Soja | Borra de Soja | Óleo de Mamona | Óleo de Dendê | Sebo de Boi | |
| Densidade a 20°C (Kg/m ³) | 844 | 844 | 818,4 | 882,3 | 822 | 820 - 880 |
| Viscosidade a 40°C (mm ² /s) | 3,5 | 3,02 | 2,7 | 3,7 | 4,83 | 2,5 -5,5 |
| Número de Cetano | 50,1 | 50,4 | 52,7 | 30,9 | 45,3 | 45 |
| Corrosividade ao Cu | nd | 1a | nd | nd | nd | 1a |

Fonte: Adaptado de Santos, 2006. Onde nd: não determinado.

Os resultados do estudo demonstram a viabilidade de produção de combustíveis através do craqueamento de óleos e gorduras vegetais e animais, uma vez que as características físico-químicas da Tabela 2 respeitam as normas específicas para as propriedades do óleo diesel, estabelecidas pela Portaria ANP nº 310/01 (Suarez et al, 2002).

Ainda assim, os altos custos de processamento, e a necessidade de maiores exames sobre o método, tornam a rota de craqueamento menos utilizada para a produção do combustível alternativo a partir de matérias oleaginosas.

1.2.3.2. **Transesterificação**

A transesterificação é a reação química que ocorre entre os materiais graxos e álcool, metanol ou etanol, que leva à formação de ésteres e glicerol. A partir dos ésteres será gerado o biodiesel, com as características adequadas para sua utilização como combustível (Ribeiro, 2006). A reação de transesterificação pode ser resumida na Figura 15 :

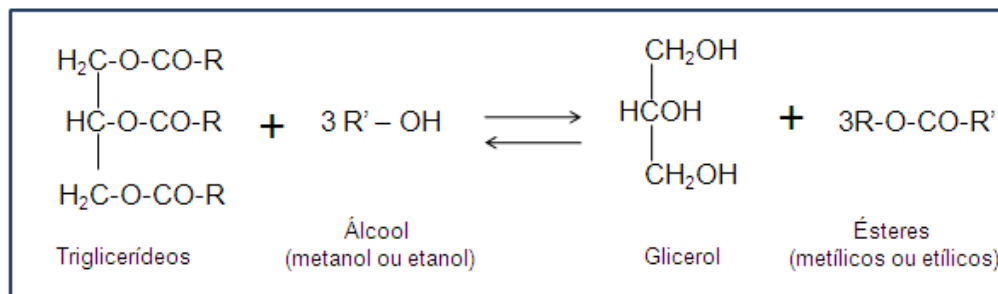


Figura 15 - Reação de transesterificação, onde R representa as cadeias carbônicas dos ácidos graxos, e R' representa o tipo de álcool utilizado.

Fonte: Adaptado de Rossi et al, 1999.

Atualmente a transesterificação metílica, ou seja, realizada a partir de metanol, para a produção de ésteres metílicos, vem sendo a mais empregada para a produção de biodiesel. Isto ocorre devido ao seu baixo custo de aquisição na maioria dos países, e também, pois apresenta algumas características vantajosas para a reação (polaridade, cadeia carbônica curta, bom dissolvente para catalisadores básicos). O uso do metanol ainda possibilita que o glicerol seja separado simultaneamente dos ésteres (biodiesel). A separação do glicerol caso o agente transesterificante fosse o etanol demandaria a presença de um álcool anidro, e só ocorreria para óleos com baixo teor de água (Geris et al., 2007).

Abaixo a Tabela 8 oferece uma comparação objetiva entre as rotas de transesterificação etílica e metílica.

Tabela 8 - Comparação entre as principais características entre Metanol e Etanol para sua utilização em reação de transesterificação

| Características | Tipo de álcool | |
|---|----------------|--------------------|
| | Metanol | Etanol |
| Quantidade de álcool para gerar 1000 L de biodiesel | 90 kg | 130 kg |
| Excesso de álcool recomendado | 100% | 650% |
| Proporção Molar:Álcool recomendada | 06:01 | 20:01 |
| Temperatura recomendada | 65°C | 80°C |
| Tempo de reação | 45 min | 90 min |
| Preço do reagente (por galão de álcool *) | US\$ 1,5 | US\$ 2,8 |
| Origem do reagente | Petróleo | Biomassa renovável |

Fonte: Adaptado de Ribeiro, 2006 e Correio Brasiliense, 2008.

* O galão de álcool equivale a 3,6 litros do composto.

A transesterificação, quando executada em escala industrial, requer a presença de um catalisador homogêneo, que pode ser um ácido ou uma base, ou ainda um catalisador heterogêneo, que pode ser uma mistura de ácidos, bases e

enzimas (OBRÉGON, 2004 E MENEGHETTI et al, 2008). A transesterificação em meio básico é a mais utilizada atualmente, apresentando razoável facilidade de separação do meio reacional após sua utilização, podendo até mesmo ser reutilizado em algumas situações específicas (MENEGETTI et al, 2008).

A Tabela 9 mostra a efetividade da transesterificação metílica em meio básico (KOH) para óleos e gorduras vegetais, especificamente para o óleo de babaçu.

Tabela 9 - Resultados para a transesterificação de óleos vegetais

| Características | Óleo diesel Tipo B | Biodiesel |
|--|--------------------|-----------|
| Aspecto | LII* | LII |
| Massa espec. a 20°C (Kg/m ³) | 858,1 | 876 |
| Destilação a 85% | 355 | nd |
| Destilação a 50% | 290 | nd |
| Índice de Cetano (ASTM D 4737) | 46,6 | nd |
| Teor de Enxofre (%) | 0,259 | 0,0152 |
| Ponto de Fulgor (°C) | 59 | 109 |
| Viscosidade a 40°C (mm ² /s) | 4,433 | 3,725 |
| Corrosão ao Cobre, 3h a 50°C. | 1 | 1 |
| Poder Calorífico (kcal/kg) | 10.688 | 9.150 |
| Glicerina livre (%) | nd | 0,0244 |

Fonte: Adaptado de Cardoso et al, 2006.

* Límpido e isento de impurezas

A Tabela 10 apresenta a eficácia da transesterificação para a produção de biodiesel através de óleos e gorduras residuais, após refinamento adequado.

Tabela 10 - Resultados para a transesterificação de duas amostras originadas de óleo e gordura residual.

| Propriedades | Amostra 1 | Amostra 2 | Resolução 042/ANP |
|--------------------------------|-----------|-----------|-------------------|
| % de Glicerina | 13,07 | 12,86 | |
| % de Biodiesel | 86,9 | 87,1 | |
| Acidez Biodiesel (mgKOH/góleo) | 0,24 | 0,375 | 0,8 |
| Viscosidade a 40°C (cSt) | 6,4 | 5,84 | 7 |
| Ponto de Fulgor (°C) | 170 | 170 | acima de 100 |
| Monoglicerídeos | 0,088026 | 0,146511 | 0,255 |
| Diglicerídeos | 0,038632 | 0,040048 | 0,146 |
| Triglicerídeos | 0,077734 | 0,048127 | 0,103 |

Fonte: Alves et al., 2008.

O processo de produção de biodiesel a partir da transesterificação, de uma maneira geral, pode ser representado pelo fluxograma apresentado na Figura 16. Este fluxograma pode ser considerado verdadeiro independente da matéria-prima utilizada para a produção do combustível seja ela de origem animal, vegetal ou mesmo óleos e gorduras residuais (PARENTE, 2003).

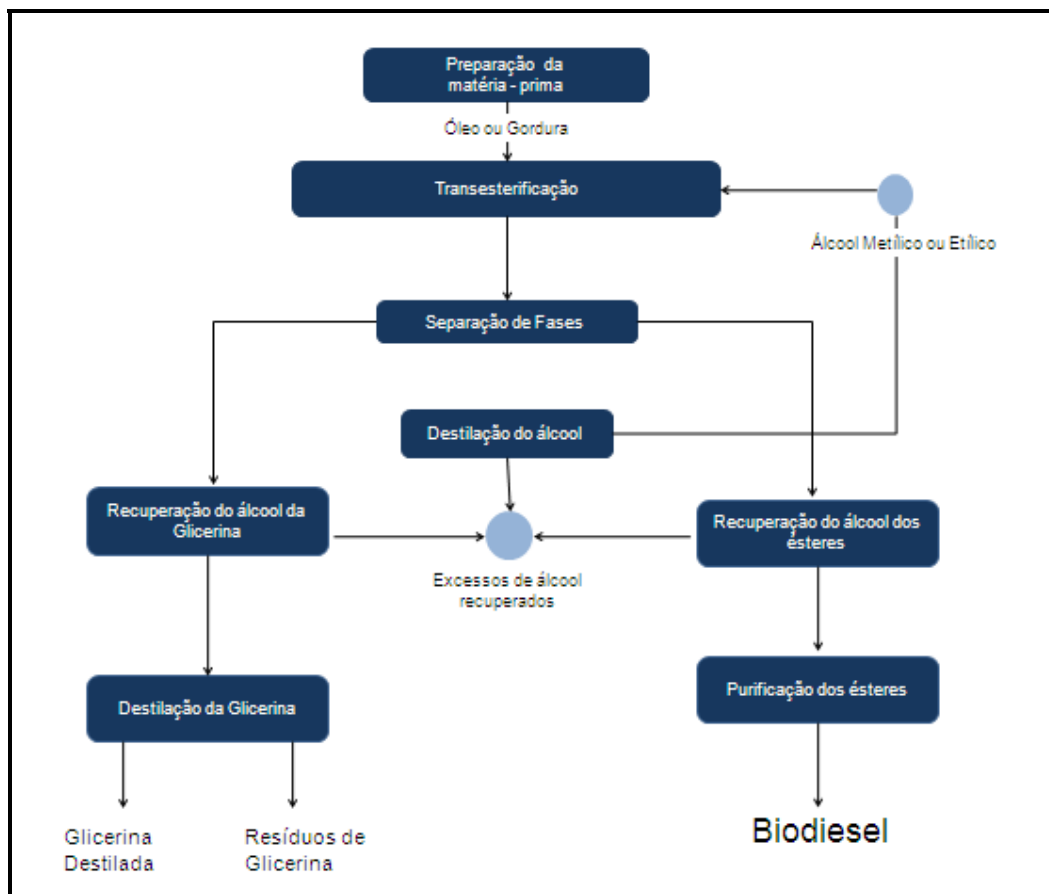


Figura 16 - Processo de produção de biodiesel a partir da transesterificação
Fonte: Adaptado de Parente, 2003.

1.2.4. A Cadeia Produtiva do Biodiesel

1.2.4.1. Extração do óleo vegetal

Após a recepção das sementes de oleaginosas, é realizado um processo de decorticação ou descascamento, em maquinários específicos para a retirada total das cascas das sementes. Então, será realizada a trituração das sementes para facilitar o processo de retirada do óleo das mesmas.

Existem diversos caminhos para a extração de óleos vegetais, entre eles, a prensa hidráulica por batelada, prensa mecânica contínua e a extração por

solventes, entretanto, devido à sua simplicidade e baixo custo, a prensa mecânica é considerada um dos equipamentos mais eficientes para tal fim (PIGHINELLI et al., 2008).

Embora a extração do óleo seja um processo aparentemente simples, seu desempenho interfere diretamente na qualidade final do produto. Nesse processo algumas variáveis são importantes: cozimento e aquecimento dos grãos antes da prensagem, temperatura, tempo e teor de umidade dos grãos. A temperatura ideal de cozimento das sementes é 100°C; os métodos mais comuns de cozimento utilizam cozimento a vapor ou aquecimento em autoclave (PIGHINELLI et al., 2008 ; SANTOS, 2006; RAMOS, 2006).

Ainda aquecidas, as sementes deverão ser prensadas a fim de obter uma separação eficaz entre a parte sólida da líquida, esta última deverá escorrer através de algumas frestas ou cavidades localizadas ao longo de todo o corpo do equipamento. A calibração e regulagem dessa prensa, em conjunto com a temperatura de aquecimento das sementes, são características definitivas para o sucesso da extração. A qualidade e a produtividade do óleo estão diretamente ligadas a estas etapas. Como resultado desta etapa teremos a parte sólida das sementes, comumente chamada de "torta", e a parte líquida, ou seja, o próprio óleo vegetal in natura. Cabe lembrar que este óleo ainda não foi processado, portanto não deverá ser considerado como biodiesel (PIGHINELLI et al., 2008 ; SANTOS, 2006; RAMOS, 2006).

Após as etapas de extração, cozimento, decantação e degomagem, é obtido um óleo com cor de vinho branco, com alto valor de utilização química. Também já pode ser utilizado como combustível ou passar ainda pela etapa de transesterificação, que é a efetiva transformação em biodiesel (KACET, 2004; RAMOS, 2006; SANTOS, 2006).

1.2.4.2. *Preparação da matéria-prima ou refino*

Depois de passar pela prensa, o óleo extraído deverá separar-se de possíveis impurezas presentes, isto ocorre dentro de um decantador adequado. A decantação, em geral, é um processo lento, e neste caso pode levar até três dias. E, mesmo após este longo período, o óleo vegetal ainda precisa ser filtrado. Para isto,

mais uma vez é aquecido, dessa vez através de serpentinas contendo vapor, para passar através de um filtro-prensa que retira as últimas partículas sólidas (PIGHINELLI et al., 2008 ; SANTOS, 2006; RAMOS, 2006).

Neste momento, o óleo vegetal possui ainda algumas partículas sólidas em sua composição, os fosfatídeos, também chamados gomas, que correspondem a 2,1 % da mistura. Os fosfatídeos são moléculas de glicerol misturadas a ácido graxo e ácido fosfórico; estes componentes, se presentes durante a transesterificação, dificultam a purificação dos ésteres e a separam de fases, e comprometem a qualidade do biodiesel. A retirada das gomas ocorre por lavagem aquosa, chamada degomagem. Essa etapa é fundamental para melhorar a queima dentro dos motores, de forma a evitar um desgaste excessivo das máquinas, uma vez que os fosfatídeos podem ser responsáveis por aumento da concentração de carbono e corrosão no mesmo (KACET, 2004; RAMOS,2006).

A preparação da matéria-prima envolve procedimentos com intuito de melhorar as condições para que ocorra a transesterificação, obtendo assim a máxima taxa de conversão do material graxo para o biodiesel (DORNELLES, 2006).

Os menores níveis possíveis de umidade e acidez da matéria-prima são características imprescindíveis para que uma reação de transesterificação ocorra com sucesso. A maneira mais lógica de se diminuir a acidez das matérias graxas é a neutralização da matéria-prima que pode acontecer através de uma lavagem em uma solução alcalina de hidróxido de sódio ou potássio (KACET, 2004; RAMOS, 2006).

Após o aumento do pH da matéria-prima, esta deverá ser submetida a um processo de secagem, comumente realizada em estufas a altas temperaturas; o procedimento de secagem poderá variar de acordo com as condições da matéria-prima (KACET, 2004; RAMOS, 2006).

A Figura 17 resume os processos de extração e refino de óleos vegetais provenientes de sementes oleaginosas.

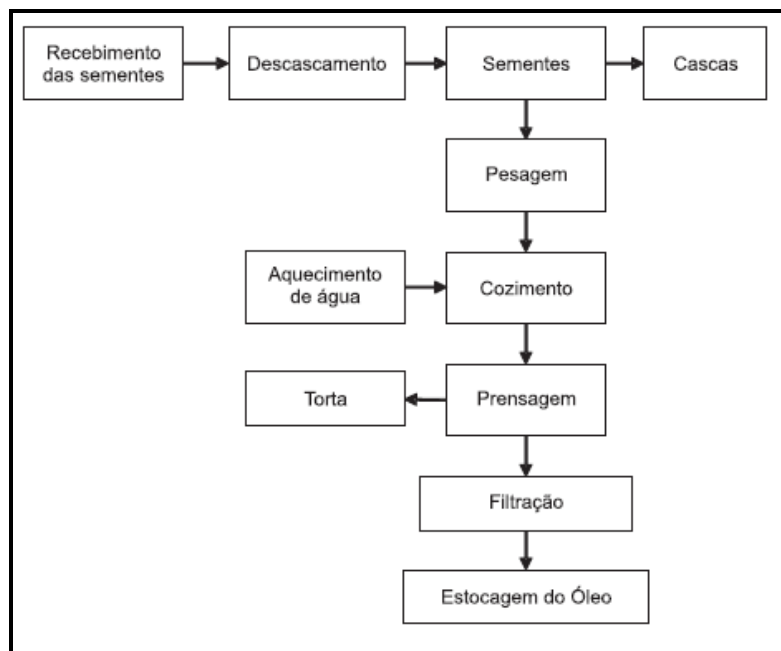


Figura 17 - Etapas envolvidas na extração e refino de óleos vegetais de sementes oleaginosas.

Fonte: Cortes et al., 2006.

1.2.4.3. **Separação de fases**

A separação de fases ocorre após a reação de transesterificação, que, ao converter a matéria graxa em ésteres, resulta em uma massa reacional final, constituída de duas fases, comumente chamadas fase leve e fase pesada (DORNELLES, 2006; KACET, 2004; RAMOS, 2006):

A. Fase leve: Composto com menor densidade, constituída de ésteres, impregnada com excessos de álcool e impurezas provenientes da reação. A fase leve pode ser considerada o próprio biodiesel (DORNELLES, 2006; KACET, 2004).

B. Fase Pesada: Composto de glicerina bruta, impregnado com excessos de álcool, água e impurezas. É considerada como um dos resíduos da transesterificação realizada com o intuito de produção de biodiesel (DORNELLES, 2006; KACET, 2004).

A separação de fases ocorre através de procedimentos simples de decantação ou centrifugação (DORNELLES, 2006).

1.2.4.4. **Recuperação do álcool**

Uma vez executada a divisão das fases, última etapa mencionada, a fase pesada deverá passar por um processo de evaporação, com o objetivo de eliminar os resíduos de água e álcool que poderão ser encontrados eventualmente no processo. Eliminando-se os constituintes voláteis do composto, estes deverão ser liquefeitos num condensador apropriado, realizando a recuperação do álcool da glicerina (DORNELLES, 2006; HOLANDA, 2004).

A recuperação do álcool residual ocorre na fase mais leve, onde são liberados os ésteres metílicos ou etílicos (DORNELLES, 2006; KACET, 2004). Os excessos residuais de álcool, logo após sua recuperação, contêm quantidades significativas de água, que deverá ser separada do mesmo através de um processo básico de destilação (DORNELLES, 2006; KACET, 2004; RAMOS, 2006; SANTOS, 2006).

Enquanto a desidratação do metanol é simples e fácil de ser conduzida, devido a volatilidade dos constituintes da mistura; por outro lado a desidratação do etanol é dificultada devido ao ponto alto de azeotropia, que caracteriza a volatilidade pouco acentuada deste tipo de álcool (HOLANDA, 2004). Por esta razão, é recomendável inserir uma operação de adsorção ao final da destilação, no ponto de azeotropia. Este esforço adicional constitui mais uma desvantagem da rota etílica em relação à rota metílica (DORNELLES, 2006).

1.2.4.5. Destilação da glicerina

A purificação da glicerina bruta é realizada por um processo de destilação a vácuo, após esta etapa teremos um produto mais límpido e transparente, denominado comercialmente de glicerina destilada (HOLANDA, 2004). Ainda assim, ainda temos nesta etapa glicerina residual, que é correspondente a uma calda, correspondente a 10% do peso da glicerina bruta (DORNELLES, 2006; HOLANDA, 2004).

1.2.4.6. Purificação dos ésteres

Esta etapa também pode ser considerada a purificação do biodiesel em si (HOLANDA, 2004). Os ésteres passarão por processos de centrifugação e desumidificação, resultando finalmente no biodiesel, o qual deverá ter suas

características enquadradas nas especificações das normas técnicas estabelecidas para o biodiesel como combustível para uso em motores do ciclo diesel (DORNELLES, 2006; HOLANDA, 2004).

1.2.4.7. **Processamento e refino de óleo e gordura residual**

O processo de produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais é mais simples, uma vez que este demanda apenas a preparação da matéria prima, em etapas básicas correspondentes ao refino do óleo usado, e posteriormente a realização da reação de transesterificação. Todos os procedimentos válidos para a transformação do óleo vegetal extraído da semente até sua transformação em biodiesel, e posterior retirada de elementos residuais, são também adequados para a produção do biodiesel a partir do óleo vegetal refinado a partir de óleos e gorduras residuais (ALVES et al., 2008). A Figura 18 nos dá um exemplo conciso sobre a obtenção de óleo vegetal propício à transesterificação, usando como matéria-prima, óleos e gorduras residuais.

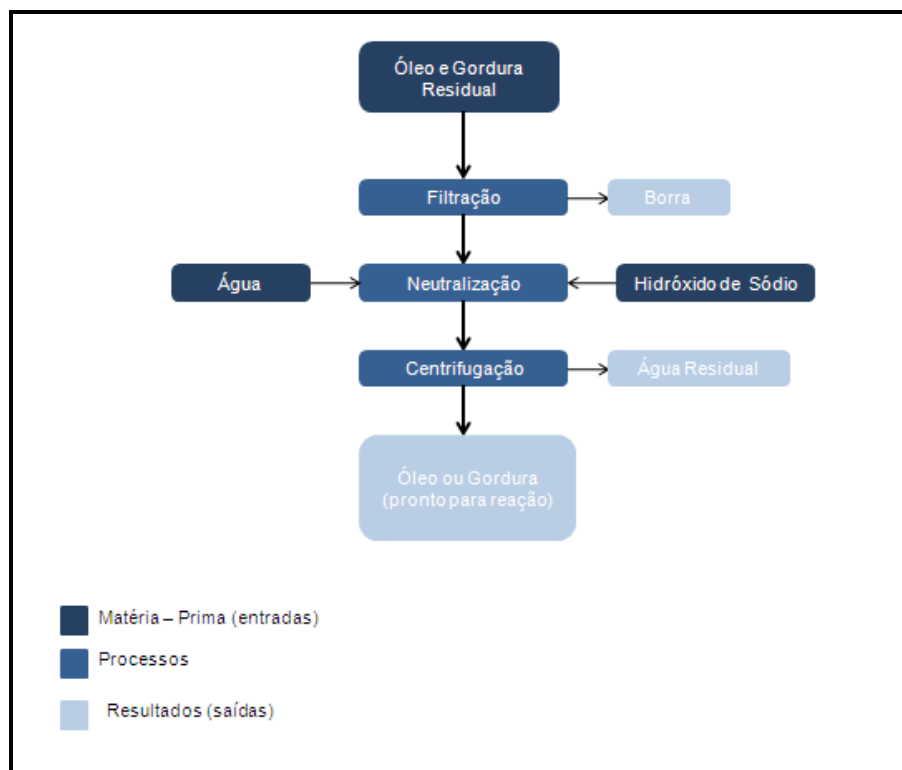


Figura 18 - Preparação de óleos e gorduras para a transesterificação.
Fonte: Adaptado de Alves et al., 2008.

1.2.5. Biodiesel e Sustentabilidade

A sustentabilidade de um determinado processo produtivo é o resultado do somatório das sustentabilidades a nível ambiental, social e econômico (KHALIL, 2004).

O biodiesel é considerado um combustível renovável, podendo ser obtido a partir de sementes oleaginosas e mesmo de resíduos de esgoto, onde se incluem os óleos e gorduras residuais. Por isto, é visto, pela maioria dos países como uma das principais soluções para a crise energética mundial, participando cada vez mais da matriz energética, especialmente em países em desenvolvimento e com potencial produtivo como o Brasil (HOLANDA, 2004).

Do ponto de vista ambiental, a utilização do biodiesel é essencialmente saudável, uma vez que diminui significativamente as emissões gasosas da maioria dos poluentes, e contribui para a formação de uma matriz energética baseada em combustíveis renováveis (KHALIL, 2004; SUAREZ, 2006).

Ainda, a contribuição social de programas que estimulem a produção e utilização de biodiesel, seja ele misturado ou não com petrodiesel, envolve todos os benefícios ambientais que agregam qualidade de vida para comunidades envolvidas, e comumente, a geração de empregos e aproveitamento econômico deste novo ramo da indústria brasileira (HOLANDA, 2004; KHALIL, 2004; SUAREZ, 2006).

Muito se discute sobre os impactos econômicos do biodiesel. Na maioria das vezes as vantagens econômicas da produção de biodiesel são baixas, uma vez que seu custo de produção é relativamente alto (BIODIESELBR, 2006; KHALIL, 2004). No Brasil, devido à política de isenção de impostos para produtores de biodiesel, o custo aproximado de produção do combustível não é agravante, mas ainda não apresenta os lucros normalmente esperados pela maioria dos empreendedores; por outro lado, representa uma grande oportunidade para os agricultores familiares, que se concentram em sua maioria nas regiões Norte e Nordeste do país (ANDRADE et al, 2006).

O biodiesel atualmente é reconhecido como um dos principais combustíveis ecológicos do planeta; durante todo seu ciclo de produção é notável que sua cadeia produtiva promova inúmeros benefícios no âmbito do

desenvolvimento sustentável (HOLANDA, 2004). Entretanto, para uma avaliação mais precisa dos benefícios sociais, econômicos e ambientais do biodiesel, é necessário levar em conta todo seu ciclo de vida, envolvendo a produção de sementes, fertilizantes, agrotóxicos, preparo do solo, plantio, processo produtivo, colheita, armazenamento, transporte e consumo desse combustível renovável (ALMEIDA NETO et al., 2006).

Comparado com o Petróleo, os benefícios socioeconômicos e ambientais do biodiesel ainda são considerados maiores e de melhor qualidade, entretanto, ainda existem algumas dificuldades com relação à inserção do biodiesel na matriz energética mundial (PARENTE, 2004). A Figura 19 representa uma visão comparativa do que o engenheiro químico especialista em biodiesel, Expedito Parente chama de “O Maravilhoso Mundo do Petróleo” versus o “Precário Mundo da Biomassa”.

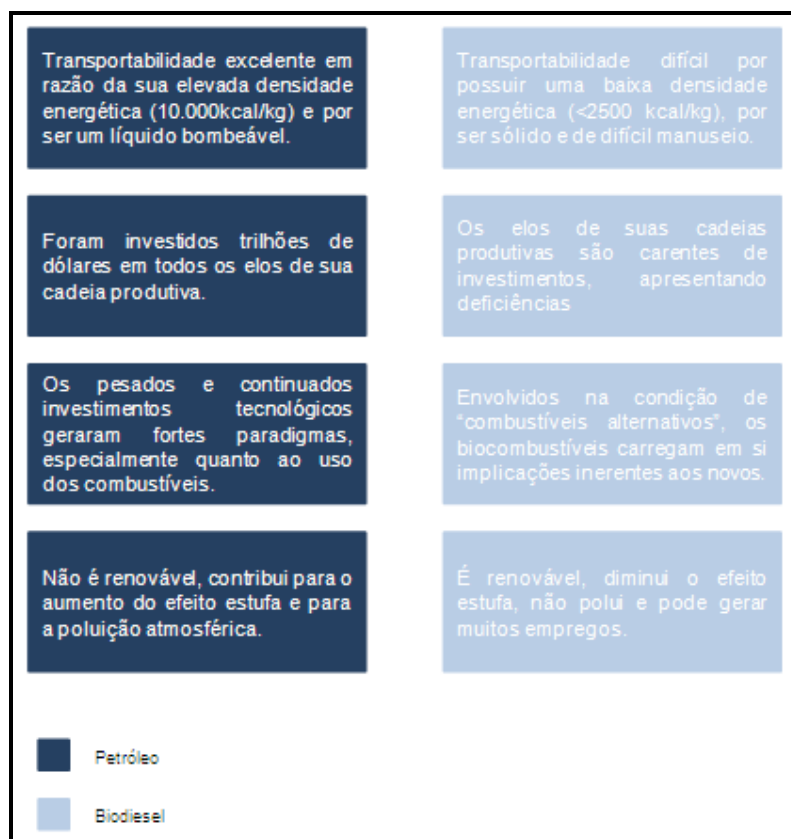


Figura 19 - Comparação simplificada entre o Petróleo e o Biodiesel
Fonte: Parente, 2004.

1.2.5.1. Aspectos e impactos ambientais relacionados ao biodiesel

Abaixo, a Tabela 11 enumera os principais aspectos e impactos ambientais envolvidos no ciclo de vida do biodiesel, envolvendo benefícios ou prejuízos sociais e ambientais.

Tabela 11 - Impactos sociais e ambientais envolvidos na produção e consumo do biodiesel

| Etapas de Produção | Aspectos | Impactos | Tipo de Impacto |
|--|--|---|--------------------|
| Preparo do Solo | Uso de maquinário (compactação, gasto com combustíveis e emissão de gases) | Erosão, esgotamento de recursos não renováveis (petróleo), poluição. | Negativo |
| | Queima e desmatamento da vegetação local (emissão de gases) | Erosão, poluição e alteração do solo. | Negativo |
| | Utilização de mão-de-obra | Geração de Empregos | Positivo |
| Cultivo e Colheita | Uso de agrotóxicos e pesticidas | Contaminação e alteração do solo, perda da biodiversidade | Negativo |
| | Irrigação | Esgotamento de recursos hídricos | Negativo |
| | Adubação | Alteração do solo e/ou contaminação dos recursos hídricos, aumento da fertilidade do solo | Negativo -Positivo |
| | Uso de maquinário (compactação do solo, emissão de gases, uso de combustíveis) | Poluição, erosão e esgotamento de recursos minerais (petróleo) | Negativo |
| | Plantações (Seqüestro de carbono) | Diminuição do efeito estufa | Positivo |
| | Utilização de mão-de-obra | Geração de Empregos | Positivo |
| | Incentivo à agricultura familiar | Geração de renda | Positivo |
| | Não-rotação de culturas | Perda da área cultivável | Negativo |
| Processamento e Refino das oleaginosas | Consumo de Energia | Escassez de recursos naturais | Negativo |
| | Emissão de Ruídos | Prejuízos á saúde ocupacional de trabalhadores e incômodo das comunidades vizinhas | Negativo |
| | Geração de Resíduos sólidos (cascas e sementes, torta) | Poluição, criação de um passivo ambiental | Negativo |
| | Geração de Efluentes líquidos e gasosos | Poluição, criação de um passivo ambiental | Negativo |
| | Utilização de mão-de-obra | Geração de Empregos | Positivo |
| Transesterificação | Uso de produtos químicos (metanol, etanol e catalisadores) | Poluição , especialmente do ar decorrente do uso de produtos voláteis (álcoois). | Negativo |
| | Geração de glicerina residual | Perda de matéria prima, poluição, criação de um passivo ambiental | Negativo |
| | Utilização de mão-de-obra | Geração de Empregos | Positivo |
| Estocagem | Armazenamento | Demanda de espaço físico | Negativo |
| | Possíveis vazamentos | Poluição, perda do produto final | Negativo |
| | Utilização de mão-de-obra | Geração de Empregos | Positivo |
| Distribuição | Emissão de gases poluentes | Poluição Atmosférica | Negativo |
| | Utilização de mão-de-obra | Geração de empregos | Positivo |
| Consumo | Emissão de gases, principalmente NOx | Poluição Atmosférica | Positivo |

Fonte: Construída a partir de adaptações de diversos autores

A. Efeito estufa e poluição

Quando falamos sobre biodiesel, um dos principais aspectos que levamos em consideração é a diminuição significativa na emissão de CO₂ durante todo seu ciclo de vida. A realidade é que o biodiesel permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono no qual o CO₂ é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor (ALMEIDA NETO et al., 2006; BIODIESELBR,2006).

Quanto ao efeito estufa, deve-se avaliar a quantidade de gases emitida em todas as fases desse ciclo e deduzi-la do volume capturado na fotossíntese da biomassa que lhe serve de matéria-prima (ALMEIDA NETO et al., 2006; BIODIESELBR,2006).

As análises envolvendo emissões de gases de efeito estufa gerados pelo ciclo de vida do insumo álcool (desconsiderando as emissões de gases de efeito estufa do ciclo de vida da produção do biodiesel) resultam nas seguintes afirmações: enquanto o biodiesel metílico reduz a emissão de gases causadores do efeito estufa em 95%, o biodiesel etílico chega a reduzir em até de 96,2% a presença destes gases, havendo, portanto, diferença pouco significativa (1,2%) entre os dois ésteres. As emissões de poluentes locais (controlados e não controlados) do biodiesel variam, basicamente, em função do tipo de óleo vegetal (soja, mamona, palma, girassol, etc) ou gordura animal usados na produção do biodiesel (ALMEIDA NETO et al., 2006; BIODIESELBR, 2006; SOUSA et al., 2005).

Enquanto a identificação dos benefícios ambientais das plantações de oleaginosas relacionados à diminuição da concentração de dióxido de carbono na atmosfera seja feita quase que diretamente, no caso da produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais esta relação parece mais obscura, no entanto, seu resultado ainda é positivo (ALMEIDA NETO et al., 2006; BIODIESELBR,2006).

Assume-se que o início da cadeia de produção do biodiesel ocorre a partir da coleta de óleos e gorduras residuais. As energias e materiais auxiliares considerados são hidróxido de potássio (KOH) e metanol (CH₃OH). O metanol é produzido a partir de gás natural, gás carbônico e vapor d'água. As principais fontes de energia utilizadas na planta de produção de metanol são elétrica e vapor (gerado a partir de gás natural). O gás natural é fornecido pela indústria de petróleo do Brasil, e chega à planta de produção de metanol através de um gasoduto. É em

seguida comprimido por um compressor alternativo, acionado por um motor elétrico (ALMEIDA NETO et al., 2006) .

Destas informações, especificadas na figura abaixo, podemos deduzir que principalmente durante o processo de produção do metanol, as emissões de gases do efeito estufa do biodiesel é alta, superando até mesmo a produção do óleo diesel. No entanto, os gases poluentes relacionados à chuva ácida ainda são produzidos em menor escala. Neste caso, a emissão de CO₂ ainda é média, e se comparada ao diesel, menor, como podemos observar claramente na Figura 20 (ALMEIDA NETO et al., 2006).

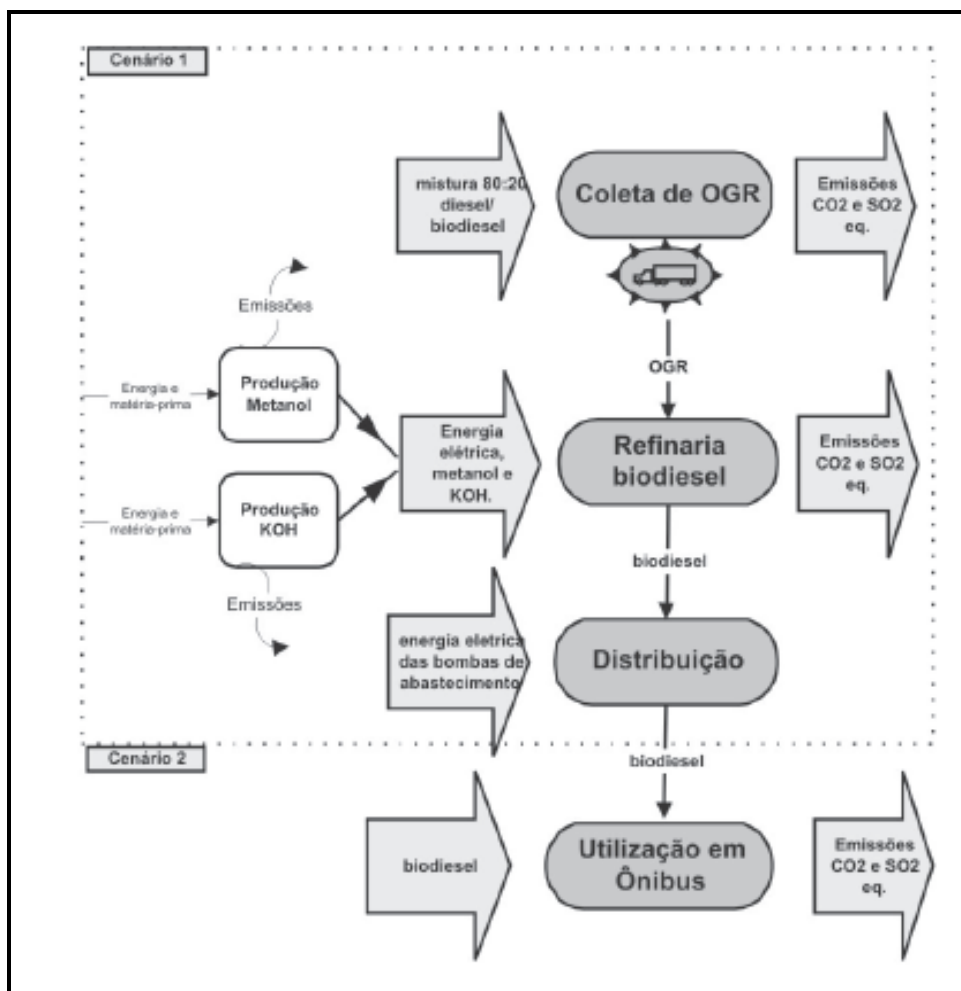


Figura 20 - Análise de Ciclo de Vida de Biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais – Emissões de CO₂

Fonte: Almeida Neto et al., 2006.

Entretanto, seria errôneo avaliar os impactos ambientais relacionados a efluentes gasosos apenas baseando-se na emissão de CO₂. Um

cenário realista deve avaliar todos os tipos de emissões relacionados ao ciclo de vida deste produto. Durante todo o processo de produção e queima do biodiesel, notamos a emissão de vários gases, como mostra a Figura 21 abaixo.

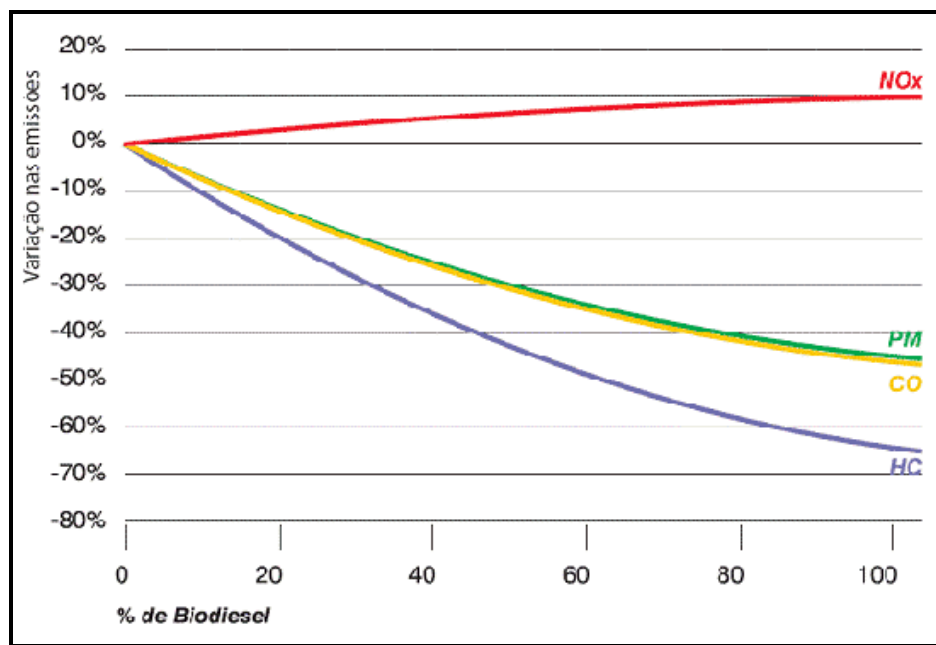


Figura 21 - Gases emitidos durante a produção e combustão do biodiesel.
Fonte: BiodieselBr,2006.

Onde Nox: óxidos de nitrogênio; PM: materiais particulados; CO: óxidos de carbono; e
HC: hidrocarbonetos

Estudos realizados pelo Laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas – mostram que a substituição do óleo diesel mineral pelo biodiesel resulta em reduções de emissões de 20% de enxofre, 9,8% de anidrido carbônico, 14,2% de hidrocarbonetos não queimados, 26,8% de material particulado e 4,6% de óxido de nitrogênio (BIODIESELBR, 2006). Por outro lado, estudos realizado na União Européia mostra aumento das emissões de NOx associado ao biodiesel em relação as do diesel de petróleo (ALMEIDA NETO et al., 2006).

Os óxidos de nitrogênio (NOx) são uma combinação de nitrogênio e oxigênio que se formam em razão da alta temperatura na câmara de combustão - participa na formação de dióxido de nitrogênio e na formação do "smog" fotoquímico, além de serem responsáveis pela chuva ácida junto com os óxidos de enxofre (BIODIESELBR, 2006).

A formação dos óxidos de nitrogênio está intimamente relacionada com o tipo de catalisador empregado durante o processo de transesterificação. (ALMEIDA NETO et al., 2006; BIODIESELBR, 2006).

As análises envolvendo emissões de gases de efeito estufa gerados pelo ciclo de vida do insumo álcool (desconsiderando as emissões de gases de efeito estufa do ciclo de vida da produção do biodiesel) resultam nas seguintes afirmações: enquanto o biodiesel metílico reduz a emissão de gases causadores do efeito estufa em 95%, o biodiesel etílico chega a reduzir em até de 96,2% a presença destes gases, havendo, portanto, diferença pouco significativa (1,2%) entre os dois ésteres. As emissões de poluentes locais (controlados e não controlados) do biodiesel variam, basicamente, em função do tipo de óleo vegetal (soja, mamona, palma, girassol, etc) ou gordura animal usados na produção do biodiesel (BIODIESELBR, 2006).

B. Resíduos do processo produtivo

A cadeia produtiva do biodiesel é considerada como um método de produção mais limpo, embora seja responsável pela geração de uma quantidade significativa de resíduos (SUAREZ, 2006; VIANNA, 2006). Os principais resíduos gerados durante o ciclo produtivo do biodiesel, também chamados de co produtos, estão especificados na Tabela 12 (LIMA, 2004).

Tabela 12 - Quantidade de co produtos gerados durante o ciclo de produção do biodiesel

| Co-produtos | Quantidade (kg) |
|----------------------------------|-----------------|
| Glicerina | 500 |
| Polpa | 3000 |
| Casca e outros resíduos vegetais | 2000 |

Fonte: Adaptado de Lima, 2004.

Já durante o cultivo da biomassa, são gerados resíduos, em sua maioria, relacionados a pesticidas e outros tipos de produtos químicos utilizados durante o cultivo das oleaginosas. Estes resíduos são responsáveis por contaminação de solos e lençóis freáticos, entretanto, desde que seu uso seja feito com manejo adequado, não representa grandes prejuízos para o ciclo de produção do biodiesel (SANTOS, 2006; VIANNA, 2006).

A etapa de processamento e refinamento do óleo também resulta em produtos residuais importantes. Em sua maioria, trata-se de produtos obtidos a partir de compactação mecânica de resíduos vegetais diversos, tais como casca de arroz, resíduos de algodão, bagaço de cana e de serragem, entre outros (VIANNA, 2006).

Uma alternativa interessante para tais resíduos orgânicos é o reaproveitamento dos mesmos, introduzindo – os como combustíveis alternativos em caldeiras, fornos de cerâmica, padaria, lareiras, etc. Para que sejam utilizados como biomassa renovável, os resíduos podem ser processados em forma de briquetes (pequenas toras de biomassa que facilitam a queima dos resíduos), ou apenas serem moídos, dependendo do tipo de forno no qual serão injetados (PERES, 2005; VIANNA, 2006). Além de possuírem alto poder calorífico, boa regularidade térmica e necessitem de pequeno espaço de armazenagem, usar biomassa renovável como combustível alternativo é considerado “ecologicamente correto”, por reduzir significativamente o desmatamento, um dos grandes problemas ambientais de países do terceiro mundo (PERES, 2005).

Produtos da extração e refino do óleo, a torta e o farelo são ricas fontes de proteína de boa qualidade e bastante utilizados no preparo de rações animais. Não obstante, a presença da ricina, uma glucoproteína tóxica, pode causar problemas de saúde para aqueles que ingerem o produto. Existem, entretanto, métodos eficazes para a desintoxicação da torta residual, o que agregaria valor à mesma, fazendo com que esta deixe de ser um passivo ambiental e passe a ser um ativo (ÁVILA FILHO et al., 2006; PERES, 2005).

Todos os resíduos orgânicos da produção do biodiesel podem ser usados como adubo para o próprio cultivo das oleaginosas. Uma das formas mais baratas de aumentar a biomassa da cultura é por meio da utilização de adubos verdes, que podem trazer uma série de benefícios que resultam em maiores produtividades e menores custos como: maior cobertura de solo; economia de capina, devido à menor incidência de invasoras; maior equilíbrio nutricional, sobretudo em relação ao nitrogênio; além do aumento da matéria orgânica do solo (LIMA, 2004; PERES, 2005; VIANNA, 2006).

O principal resíduo do processo produtivo do biodiesel, considerado por muitos autores como um grande problema, é a glicerina, que corresponde a aproximadamente, 10% do volume total do produto da transesterificação. A glicerina,

no entanto, também deixa de ser um passivo, quando passa a ser comercializada para diversos fins, entre eles, a indústria farmacêutica, de cosméticos, e de tintas e vernizes (FRANCO, 2007). Porém, no caso da glicerina bruta, resultante do processo da transesterificação na produção do biodiesel, são necessários processos complexos e onerosos para que essa matéria- prima alcance as exigências em grau de pureza necessária para estes fins (ROBRA et al., 2006). Duas alternativas possíveis neste caso é a venda do composto para fábricas de sabão, ou mesmo sua utilização como adubo, após um processo de compostagem do resíduo (ROBRA et al., 2006; VIANNA, 2006).

1.2.5.2. Aspectos e impactos sócio-econômicos do biodiesel

Como já foi citada, a grande motivação para a produção de biodiesel é a ampla gama de benefícios sociais e ambientais inerentes a seu ciclo produtivo e de consumo. Entretanto, estes benefícios são diferenciados em diferentes níveis de desenvolvimento econômico e social, em diferentes países, e no Brasil, em suas diferentes regiões (ANDRADE et al., 2006; BIODIESELBR; VIANNA, 2006).

Estima-se que, no Brasil, a participação da agricultura familiar em na cadeia produtiva de cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel possa gerar cerca de 50 mil empregos no campo, com uma renda média anual de aproximadamente R\$ 4.900,00 por emprego. A relação entre empregos gerados no campo, e empregos gerados na cidade é diretamente proporcional, admitindo uma regra de 1:3. Contabilizando os dados, chegamos a uma média aproximada de 180 mil empregos, criados devido à implantação de micro usinas de produção de biodiesel. Em uma comparação simplificada, chegamos que na agricultura empresarial, em média, a relação trabalhador para hectares é de 1:100, enquanto, na agricultura familiar, esta relação atinge apenas 1:10 (BIODIESELBR; CHING, RODRIGUES, 2006; PORTAL DO BIODIESEL).

No cenário atual, a agricultura familiar representa mais de 84% dos imóveis rurais do país, responsável por aproximadamente 40% do valor bruto da produção agropecuária, 80% das ocupações produtivas agropecuárias e alimentícias, como o feijão (70%); a mandioca (84%); a carne de suínos (58%); de leite (54%); de milho (49%); e de aves e ovos (40%) (BIODIESELBR). A região com

maior potencial para geração de empregos e renda na agricultura familiar é o Nordeste, em especial o estado da Bahia (ANDRADE et al., 2006).

Numa hipótese otimista de 6% de participação da agricultura familiar no mercado de biodiesel, seriam gerados mais de 1 milhão de empregos. (BIODIESELBR)

A renda anual estimada com a produção do biodiesel anual chega ao redor de R\$ 470 milhões, capaz de duplicar a renda anual de uma família envolvida no processo produtivo (HOLANDA, 2004; BIODIESELBR).

Abaixo, um gráfico proposto no livro “Biodiesel e a Inclusão Social”, mostra uma estimativa do preço da mistura B5 (5% de biodiesel, 95% petrodiesel), ao longo dos anos.

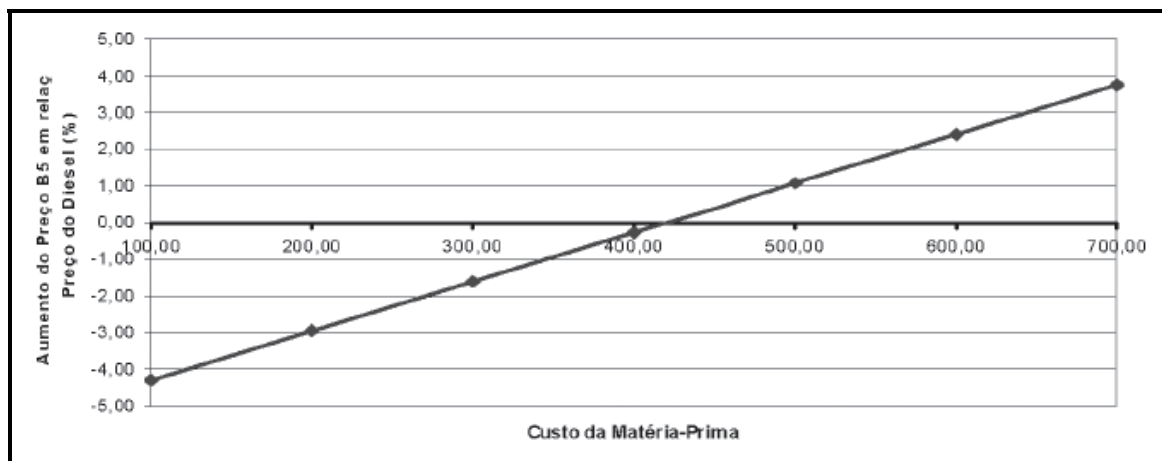


Figura 22 - Gráfico da estimativa do preço de comércio da mistura biodiesel B5
Fonte: Holanda, 2004.

Com base nestes dados, as políticas públicas relacionadas ao biodiesel buscam constantemente a inclusão social e o desenvolvimento sustentável, com ênfase para a produção em pequena escala. O projeto brasileiro, espelhado em exemplos de países europeus, como a Alemanha, já tem extraordinário alcance econômico, social, ecológico e político, garantindo que os homens fixados no campo tenham acesso pleno à recursos técnicos e financeiros, a fim de plantar, colher e comercializar produtos de origem agrônômica (HOLANDA, 2004). Vale ressaltar que a produção e o consumo do biodiesel devem ser

promovidos de forma descentralizada e não-excludente em termos de rotas tecnológicas e matérias-primas utilizadas (BIODIESELBR; HOLANDA, 2004).

Ariosto Holanda, em 2004, definiu o Ciclo Ecológico do Biodiesel, como mostra a figura 23.

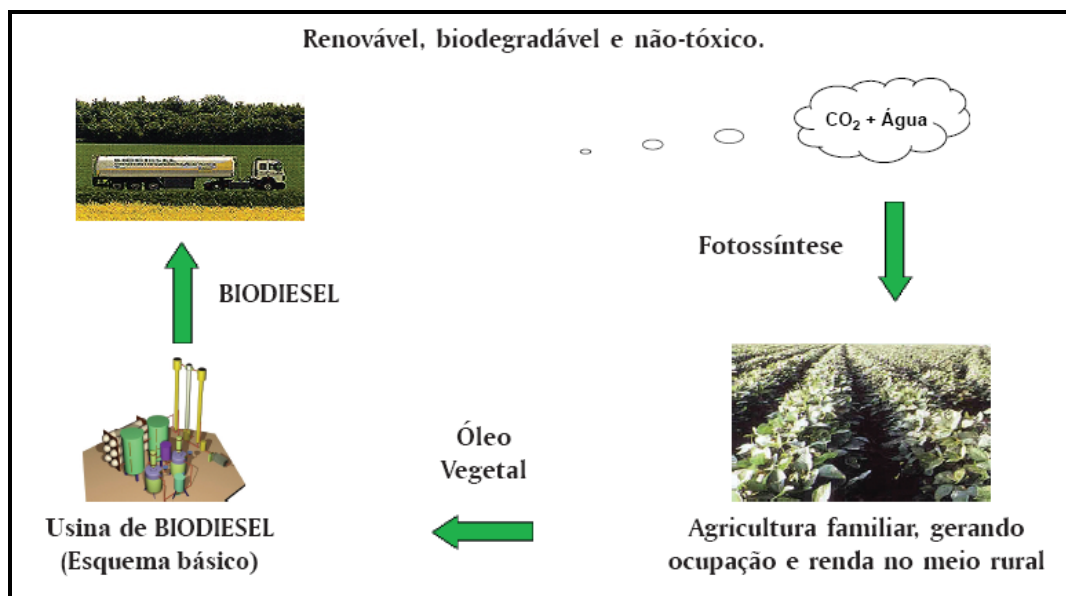


Figura 23 - Ciclo Ecológico do Biodiesel
Fonte: Holanda,2004

Tem-se que, com a justificativa social e ambiental, o Biodiesel B5 se viabiliza mesmo com custo de matéria-prima na ordem de US\$ 700,00/ton, o que significa que o acréscimo no preço do diesel seria menor que 4%. Além disso, o Brasil, devido à sua extensão territorial, guarda inúmeras oportunidades de desenvolvimento a partir da produção do biodiesel (BIODIESELBR; HOLANDA, 2004), como podemos notar na Figura 24.

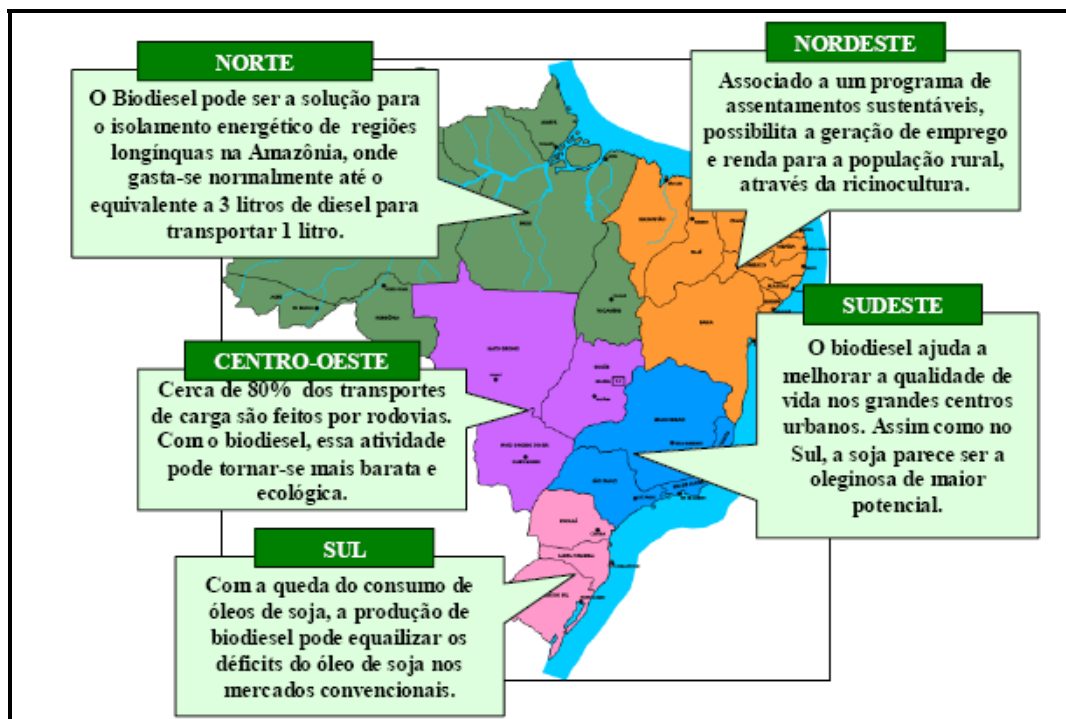


Figura 24 - Benefícios socioambientais da produção e consumo de biodiesel
Fonte: Holanda, 2004

A) Selo do Combustível Social

Uma das principais políticas públicas a favor da inclusão social e o biodiesel foi a criação do selo do combustível social. Trata-se de um conjunto de medidas específicas que visam à inclusão da agricultura no ciclo produtivo do biodiesel, conforme a Instrução Normativa 01, de 5 de julho de 2005. O selo do combustível social permitiu que os agricultores familiares inseridos no ciclo de produção do biodiesel recebessem subsídios do governo, incluindo créditos em instituições financeiras como o Banco Nacional de Desenvolvimento Social - BNDES (PORTAL DO BIODIESEL).

O Selo Combustível Social é um componente de identificação concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário aos produtores de biodiesel que promovam a inclusão social e o desenvolvimento regional por meio da geração de emprego e de renda para os agricultores familiares enquadrados nos critérios do Programa Nacional da Agricultura Familiar - PRONAF (Ministério do Desenvolvimento Agrário).

Abaixo, a Figura 25 representa a etiqueta oferecida aos produtores que participarem do Selo Combustível Social.



Figura 25 - Combustível Social

Fonte: Portal do Biodiesel, disponível em [HTTP://www.biodiesel.gov.br](http://www.biodiesel.gov.br)

1.2.6. Atual Cenário Brasileiro para a Produção de Biodiesel

Localizado em sua maior parte, em região tropical, o Brasil possui clima e geografia adequados para a produção de energia renovável. Atualmente estima-se que a matriz energética brasileira seja uma das mais sustentáveis, se comparada a análises ao redor do mundo (BIODIESELBR; VIANNA, 2006).

O potencial brasileiro para práticas agricultáveis é de cerca de 150 milhões de hectares, sendo 90 milhões referentes à novas fronteiras, e outros 60 referentes a terras de pastagens que podem ser convertidas em exploração agrícola a curto prazo. Além da extensão territorial e características climáticas propícias para produção do biodiesel, existe ainda uma variedade indiscutível de opções para a produção do biodiesel, tais como a palma e o babaçu no norte, a soja, o girassol e o amendoim nas regiões sul, sudeste e centro-oeste, e a mamona, que além de ser a melhor opção do semi-árido nordestino, apresenta-se também como alternativa às demais regiões do país (PORTAL DO BIODIESEL; BIODIESELBR), como se pode observar na figura 26 :

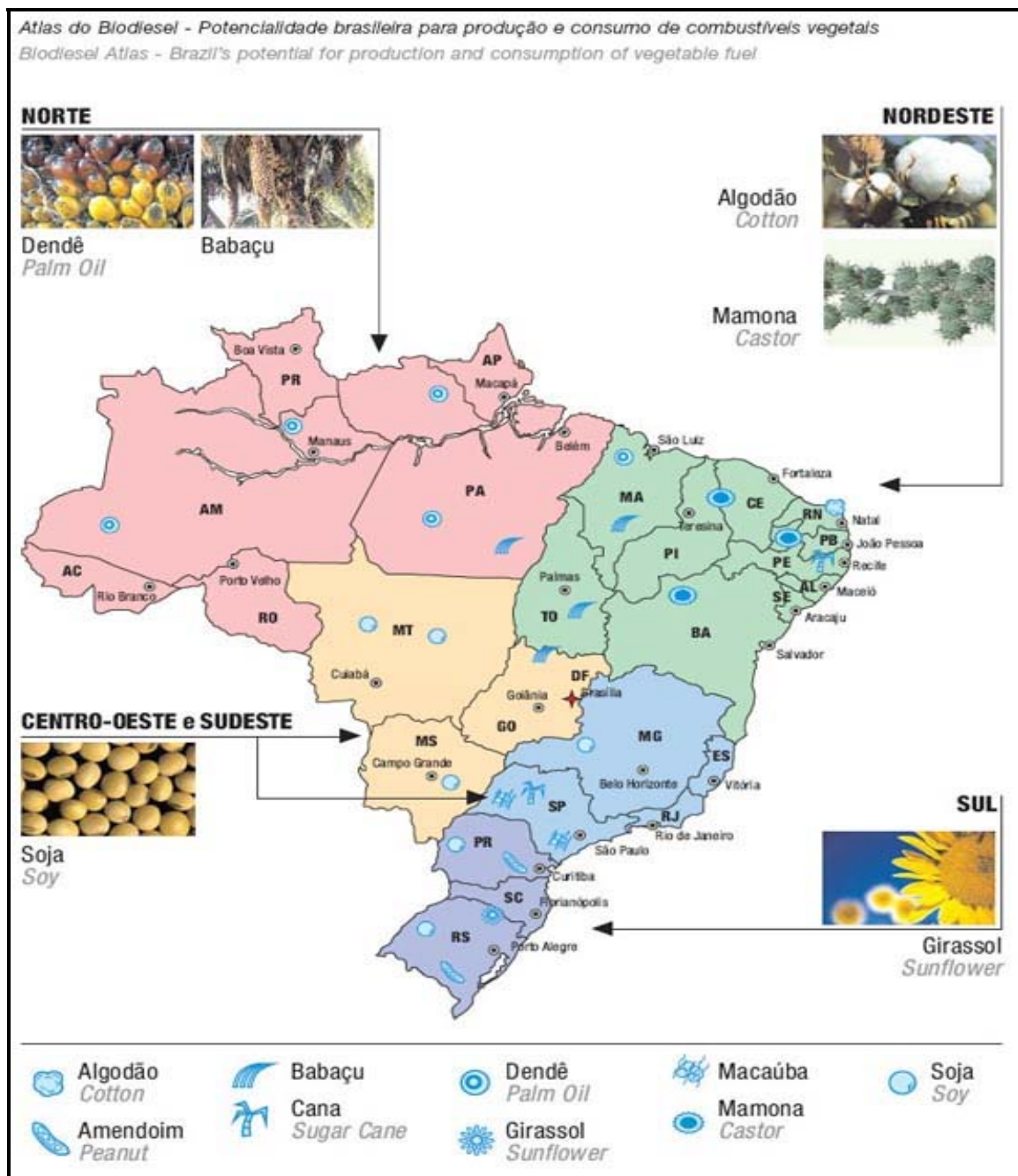


Figura 26 - Potencial brasileiro na produção de oleaginosas

Fonte: Biodieselbr, disponível em: [HTTP://www.biodieselbr.com](http://www.biodieselbr.com)

O enorme potencial produtivo do Brasil fez com que as estimativas da produção do novo combustível a partir de 2005, com a introdução do Programa Nacional da Produção e Uso do Biodiesel, fossem da ordem de milhões de litros. Foram então instaladas dezenas de usinas produtoras, incluindo entre elas, usinas piloto, a fim de suprir a demanda esperada para o período de 2005 a 2007 (CHING,

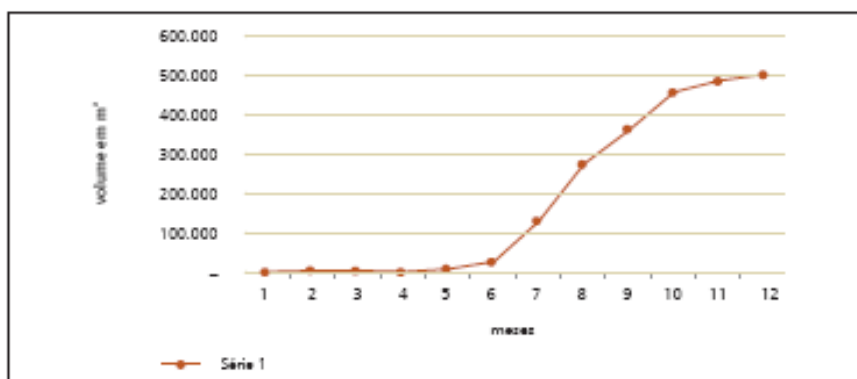
RODRIGUES, 2006). A estimativa se concretizou, mostrando uma participação significativa do combustível nas vendas de 2006, como mostram as Tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - Vendas de combustíveis no Brasil em 2006

| Regiões | Derivados de petróleo | | Óleo Diesel | | Biodiesel | |
|--------------|-----------------------|------------|-------------------|------------|------------------|------------|
| | total | % | total | % | total | % |
| Norte | 7.227.328 | 8 | 3.417.889 | 8 | 183.387 | 8 |
| Nordeste | 13.757.699 | 15 | 13.757.699 | 30 | 540.709 | 24 |
| Centro-Oeste | 8.663.787 | 10 | 4.077.858 | 9 | 214.844 | 9 |
| Sudeste | 44.258.752 | 49 | 16.570.653 | 37 | 951.728 | 42 |
| Sul | 16.501.602 | 18 | 7.350.737 | 16 | 370.998 | 16 |
| Total | 90.409.166 | 100 | 45.174.835 | 100 | 2.261.665 | 100 |

Fonte : Adaptado de Ching Rodrigues, 2006

Tabela 14 - Crescimento da Venda do Biodiesel em 2006



Fonte : Adaptado de Ching Rodrigues, 2006

Estudos previram que em 2008 a produção de biodiesel saltaria para 2,5 bilhões de litro, contra os 770 milhões de 2005 (NETO, 2007).

O Brasil apresenta vantagens competitivas importantes no biodiesel. O País tem ainda muitas áreas disponíveis e deve produzir 85 milhões de toneladas de soja até 2011. Além disso, tem posição de liderança global na pecuária, outro fator importante já que o biodiesel pode ser produzido também a partir de sebo bovino. (NETO, 2007)

Atualmente, o Brasil conta com 151 usinas fabricantes de biodiesel espalhadas por todo seu território nacional, especialmente no Nordeste e na região Central do Brasil. A maior parte das plantas realiza a produção de biodiesel a partir do cultivo de oleaginosas, mas já existem algumas usinas produtoras de biodiesel a partir de óleo e gordura residual (BIODIESELBR).

1.3. CRÉDITOS DE CARBONO A PARTIR DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Atualmente, existe apenas uma metodologia aprovada para a geração de créditos de carbono com a produção de biodiesel, trata-se da metodologia AM0047 - *Production of biodiesel based on waste oils and/or waste fats from biogenic origin for use as fuel* (versão 2, aprovada em 10/08/2007), que abrange empreendimentos que produzem biodiesel a partir de óleos residuais (UNFCCC).

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).

Existem duas metodologias (NM0228 - *Biodiesel production from oil seeds cultivated in dedicated plantations on severely degraded land and under-utilized 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. Devido à ausência de uma metodologia aprovada, até o presente momento, não existe nenhum projeto que tenha conseguido créditos de carbono pelo através da produção de biodiesel proveniente de óleos vegetais.

Mesmo com a metodologia aprovada AM0047, não existem registros de projetos para a geração de créditos de carbono a partir da produção de biodiesel que tenham sido aprovados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Selltiz et al. (1965), os objetivos de uma pesquisa podem ser agrupados em três grandes blocos: i) familiarizar-se com o fenômeno de estudo ou conseguir uma nova compreensão deste, de maneira a poder formular um problema de pesquisa mais preciso ou criar novas hipóteses; ii) apresentar precisamente as características de uma situação, um grupo ou um indivíduo específico (com ou sem hipóteses específicas iniciais a respeito da natureza de tais características); iii) verificar a frequência com que algo ocorre ou com que está ligado a alguma outra coisa (geralmente, mas não sempre, com uma hipótese inicial específica); iv) verificar uma hipótese de relação causal entre variáveis.

Dentre as possibilidades apresentadas acima, o estudo da viabilidade de geração de créditos de carbono a partir da produção de biodiesel no Brasil, por ser um tema novo, sem muitas consideráveis antecedentes na literatura científica, enquadra-se no formato da pesquisa do tipo exploratória, a qual tem como objetivo explorar um problema ou uma situação para prover critérios e compreensão, permitindo a descoberta de idéias e intuições.

Malhotra (2001) descreve que a pesquisa exploratória é usada em casos nos quais é necessário definir o problema com maior precisão, identificar cursos relevantes de ação ou obter dados adicionais antes que se possa desenvolver uma abordagem. Mas a finalidade que mais se encaixa nesta pesquisa é estabelecer prioridades para estudos posteriores.

Um estudo exploratório se volta para uma área em que o conhecimento é muito reduzido e, portanto, não foram elaboradas hipóteses relevantes. Dessa forma, a tarefa inicial é analisar o material bibliográfico disponível, procurando perceber as hipóteses que dele podem ser provenientes.

Em muitas áreas do conhecimento científico não existem hipótese significativas. Por isso, é necessário a realização de pesquisas exploratórias, antes de ser possível formular hipóteses. O trabalho exploratório é uma etapa do progresso científico. Não é correto considerar como mais “científico” um estudo que começa com hipóteses do que aquele que termina com hipóteses.

A figura 27 apresenta um fluxograma indicando as principais atividades a serem realizadas para que os objetivos propostos no trabalho sejam alcançados.

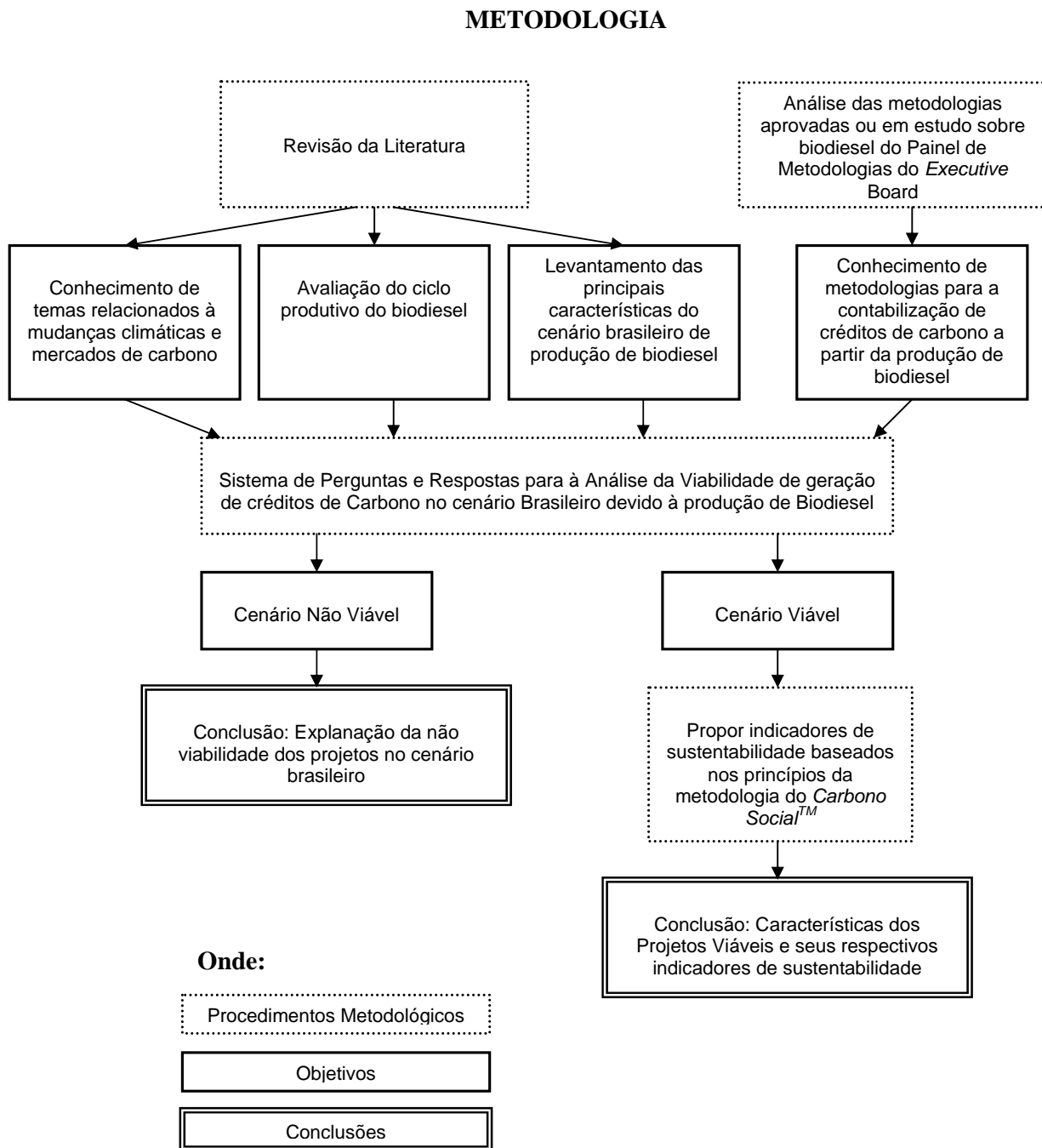


Figura 27 - Relação entre os objetivos, procedimentos metodológicos e conclusões

A revisão bibliográfica apresentada até o momento, no presente trabalho, permitiu a construção das hipóteses centrais relacionadas à viabilidade de

créditos de carbono no cenário brasileiro de produção de biodiesel, que podem ser verificadas nas seções de discussão e conclusão. No entanto, elas devem ser redefinidas com o avanço do conhecimento e com mudanças no cenário brasileiro e nos mercados de carbono.

O início das atividades ocorreu através do aprofundamento da revisão bibliográfica sobre as mudanças climáticas, créditos de carbono, produção de biodiesel, explicitando os métodos de produção do combustível para seus dois tipos de origem: óleos vegetais e óleos residuais. As referências bibliográficas foram adquiridas através de extensa pesquisa em trabalhos científicos nacionais e internacionais e de conceituadas instituições.

Para a discussão e interpretação de metodologias de contabilização de créditos de carbono, o presente trabalho de graduação utilizará as metodologias do painel de metodologias da ONU, sendo a AM0047 versão 2 de 10 de agosto de 2007 (já aprovada, que viabiliza a geração de créditos para produtores de biodiesel a partir de óleo e gorduras residuais) e as metodologias NM 0228 e NM 0223 (metodologias em etapas de aprovação, que abrangem a geração de créditos para produtores de biodiesel a partir de óleos vegetais) e realizar análise aprofundada sobre a aplicabilidade das metodologias no cenário brasileiro.

Com os conhecimentos acima, adotar-se-á um sistema de perguntas e respostas para a análise da viabilidade de projetos no cenário brasileiro. As perguntas serão baseadas nas principais componentes que projetos de créditos de carbono devem contemplar (descritos anteriormente na seção 2.1.3), sendo critérios relacionados à metodologia, adicionalidade e sustentabilidade. As respostas às perguntas serão feitas com base em todos os conhecimentos expostos anteriormente, através da revisão de literatura e análise das metodologias.

Dessa forma, será possível identificar a viabilidade de geração de créditos de carbono no cenário brasileiro para empresas produtoras de biodiesel. Se o cenário for negativo, a conclusão será feita explicando os motivos que levaram a essa hipótese. Se o cenário for positivo, ou seja, é possível gerar créditos de carbono no cenário brasileiro para atividades relacionadas ao biodiesel, realizar-se-á a construção de indicadores de sustentabilidade para esses projetos.

A criação de indicadores de sustentabilidade será baseada nos princípios da metodologia do Carbono SocialTM – uma marca registrada nacional e internacionalmente que tem por objetivo garantir que os projetos desenvolvidos para

a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa contribuam significativamente para o desenvolvimento sustentável, incorporando métodos transparentes e participativos de acesso e mensuração dos benefícios revertidos para as partes envolvidas e para o meio ambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ESTUDO DAS METODOLOGIAS

3.1.1. Metodologia Aprovada de Óleos e Gorduras Residuais (OGR)

A metodologia aprovada pelo Painel de Metodologias da ONU para a produção de biodiesel é a AM – 0047 – Produção de biodiesel a base de resíduos de óleo de cozinha para uso como combustível (*Production of biodiesel based on waste oils and/or waste fats from biogenic origin for use as fuel* - versão 2, aprovada em 10/08/2007).

3.1.1.1. Histórico

A metodologia foi proposta através da NM0180, para atender uma necessidade de produção de biodiesel para o transporte público na China (Beijing), visando a produção de uma mistura de 20% de biodiesel e 80% de petrodiesel (diesel proveniente do petróleo).

A primeira versão da metodologia vigorou no período de 16 de fevereiro de 2007 a 09 de agosto de 2007.

Modificações foram solicitadas na metodologia, e uma nova versão entrou em vigência a partir de agosto de 2007.

O projeto “BIOLUX Benji Biodiesel Beijing”, inspirador da metodologia AM 0047, foi elaborado para o conteúdo da NM0180. Com as modificações solicitadas pelo painel de metodologias da ONU, o projeto não se enquadrou perfeitamente nas premissas da metodologia aprovada, portanto, os elaboradores do documento de concepção do projeto deveriam elaborar um outro documento que atendesse as novas exigências.

Entretanto, o projeto não se encontra em nenhuma seção do painel de metodologias que indica em qual etapa do MDL ele está. Dessa forma, o documento de concepção do projeto pode estar ainda em elaboração para se adaptar a metodologia AM0047, ou o projeto foi abandonado pelo proponente, pois não se encaixava mais na metodologia aprovada.

3.1.1.2. Interpretação

A metodologia é aplicável para atividades que reduzem as emissões através da produção, venda e consumo de misturas de petrodiesel com biodiesel, baseados em óleos residuais e gorduras vegetais. Para a aplicação da metodologia, o conhecimento dos seguintes termos é necessário:

- petrodiesel: diesel proveniente 100% de combustíveis fósseis;
- biodiesel: biocombustíveis 100% trans-esterificados;
- *blended* biodiesel : mistura de petrodiesel com biodiesel.

A metodologia assegura que os créditos só poderão ser comercializados a favor do produtor de biodiesel e não do consumidor.

Para a aplicabilidade de um projeto à AM0047, ele atenderá as seguintes características descritas na metodologia:

- **Matéria-prima**

Para a metodologia, óleos residuais e gorduras devem ser provenientes de restaurantes, indústrias agrícolas ou alimentícias, abatedouros ou setores comerciais relacionados.

- **Produtos de saída**

O petrodiesel, biodiesel, e suas misturas devem estar em conformidade com as leis nacionais e padrões internacionais.

O outro produto final do processo é o glicerol, que deve ser incinerado ou redirecionado como matéria-prima para outros processos industriais.

- **Consumo de Biodiesel**

O *blended* biodiesel atende consumidores situados dentro do país, onde ocorre todas as etapas de sua produção. Os consumidores devem utilizar a mistura em instalações estacionárias ou veículos.

O consumidor final é considerado cativo, ou seja, sempre é o mesmo consumidor. A relação entre o consumidor e o produtor é firmada através de um contrato descrevendo que apenas o produtor de biodiesel pode requerer créditos de carbono.

Com relação ao consumo, é importante salientar que modificações substanciais não podem ser realizadas nas instalações ou veículos que consumirão o *blended* biodiesel. No caso de instalações fixas, a mistura pode variar em uma porcentagem de 0 a 100. Para veículos, o valor máximo permitido para a mistura é de 20% do volume (B20). A mistura do biodiesel e do petrodiesel pode ser realizada

pelo produtor, consumidor ou uma terceira parte que assegura e monitora os valores da mistura.

- **Atividades beneficiadas pelos créditos de carbono**

Os créditos são solicitados pelas emissões de CO₂ do petrodiesel substituído pelo biodiesel.

- **Limites do projeto**

Envolve todas as atividades e locais relacionados com as reduções de emissões, sendo eles:

- Transporte da matéria – prima até a planta produtora de biodiesel;
- Planta produtora de biodiesel (onde ocorrem as etapas de estocagem da matéria prima, refino, mistura, etc.);
- Transporte do biodiesel até a planta responsável pela mistura e produção do blended biodiesel
- Local onde ocorrerá a mistura do biodiesel com o petrodiesel;
- Transporte do blended biodiesel até o consumidor final
- Veículos e fontes estacionárias onde ocorre a combustão da mistura.

- **Emissões de projeto**

- Emissões da combustão do *blended* biodiesel, considerando o conteúdo de carbono de origem fóssil proveniente no metanol utilizado no processo de esterificação do biodiesel.
- Emissões de CO₂ devido ao consumo de eletricidade na planta;
- Emissões de CO₂ provenientes do transporte da matéria-prima até a planta, e do biodiesel até a unidade misturadora;
- Emissões associadas com a produção de metanol não são consideradas como emissões de projeto, mas estão incluídas nas emissões fugitivas do projeto, ou seja, fora dos limites do mesmo.

- **Cálculo das Emissões Reduzidas**

Pela utilização de muitas fórmulas na metodologia, elas não serão descritas na presente discussão.

3.1.1.3. *Perspectivas de aplicação da metodologia*

No Painel Executivo da ONU não existem projetos com a metodologia AM0047 em fase de registro. A seguir, os únicos projetos descritos no site da UNFCCC que estão na fase de validação:

Tabela 15 – Características de projetos em validação que utilizam a metodologia AM0047

| Título do projeto | País | Reduções anuais (tCO ₂ e) | Estimativa de US\$ gerados com a venda dos CERS* | Estimativa de US\$ gerados se o projeto gerasse VER** | Resumo dos projetos |
|---|--------|--------------------------------------|--|---|--|
| <i>Production and use of Biodiesel Blends with Variations of B20 to B50, it will be used in Automotive Vehicles and Fuel Retailers.</i> | Brasil | 410.417 | 9.529.882,74 | 2.503.543,7 | Projeto com capacidade de produzir aproximadamente 35.000 litros por ano |
| <i>Gomti Biotech Plant in Uttarakhand, India</i> | India | 30.000 | 696.600 | 183.000 | Projeto com capacidade de produzir 40.000 litros de biodiesel por dia. |

Fonte: Elaboração Própria . * Valor de CER (US\$23,22) *Valor de VER (US\$6,10). Valores obtidas na seção 2.1.2.3. do presente trabalho

Os projetos acima ainda precisam ser validados, portanto, não foram analisadas as suas falhas. Entretanto, através do presente trabalho, observou-se que o primeiro projeto apresenta um valor de emissões reduzidas bem superior ao segundo projeto, sendo que ambos produzirão as mesmas quantidades de biodiesel. Essa discrepância ocorre, pois o primeiro projeto se baseia no processo de transesterificação com etanol e, portanto, não foram reduzidas emissões provenientes de carbono de origem fóssil.

Entretanto, o projeto brasileiro acima descrito, não se enquadra na metodologia AM0047, que obriga o uso de metanol e não de etanol no processo de transesterificação. Dessa forma, provavelmente não será validado.

Não existem registros de projetos utilizando essa metodologia no mercado voluntário.

3.1.2. Metodologias em Estudo para Biodiesel proveniente de Óleos Vegetais

Existem duas metodologias de grande escala (NM0228 - *Biodiesel production from oil seeds cultivated in dedicated plantations on severely degraded*

land and under-utilized 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 de metodologias, que englobam a produção de biodiesel a partir de óleos vegetais.

A metodologia NM0233 foi baseada na metodologia aprovada AM0047 e na metodologia em fase de discussão NM0228, por isso, a seguir será discutido os detalhes apenas da metodologia NM0228.

3.1.2.1. Histórico

A metodologia foi proposta em 25 de maio de 2007. Foi revisada por membros do *Executive Board*, que indicaram pontos a serem melhorados para que ela possa ser aprovada.

A NM0228 não é a primeira metodologia que abrange a produção de biodiesel a partir de óleos vegetais, outras foram propostas anteriormente, entretanto, não obtiveram sucesso na fase de aprovação.

A NM0228 foi escolhida para a presente discussão por ter sido baseada em um projeto brasileiro.

3.1.2.2. Interpretação

Para a aplicabilidade de um determinado projeto na metodologia NM0228, ele deverá possuir as seguintes características:

- **Planta produtora e produtos resultantes**

A atividade envolve a construção e operação de uma planta produtora de biodiesel para a (trans) esterificação de óleos vegetais e gorduras.

A armazenagem e o tratamento dos estoques de biomassa e outros produtos não resultam em emissões de metano. Se isso ocorrer, ele deve ser capturado e queimado ou utilizado para geração de energia. O subproduto do processo (glicerol) não é deixado decair anaerobiamente, sendo incinerado ou vendido como matéria prima para outros processos industriais.

- **Matéria-prima**

A biomassa utilizada é constituída de óleos vegetais produzidos em plantações desenvolvidas para esse fim.

O álcool utilizado para a esterificação é o metanol. Volumes de biodiesel produzidos com outros álcoois serão descontados. A metodologia adota o metanol por ser proveniente do gás natural e, portanto, suas fugas e quantificações são mais fáceis de serem realizadas. O etanol, comumente empregado, está associado ao desmatamento para o cultivo de monoculturas de cana-de-açúcar e milho, sendo assim difícil a quantificação das emissões fugitivas (*leakage*).

- **Plantações para esse fim**

As plantações são recém desenvolvidas como parte da atividade de projeto. Essas plantações são estabelecidas em:

- **áreas severamente degradadas:** na ausência do projeto, a terra não seria utilizada por atividades agrícolas ou florestais. A degradação pode ser demonstrada através de um dos três indicadores abaixo:

i. Degradação da vegetação: diminuição de vegetação nos últimos anos;

ii. Degradação do solo: erosão do solo aumentou nos últimos anos e material orgânico do solo diminuiu;

iii. Influência antropogênica: atividades humanas impedindo a regeneração natural.

- **terras agrícolas sub-utilizadas:** As plantações nessas áreas se enquadram em uma das seguintes atividades:

i. Introdução de uma segunda safra por ano, em terras agrícolas que ficariam sem uso em parte do ano;

ii. Utilização de áreas onde se realiza a pecuária, para a plantação de culturas, aumentando a densidade de animais em outras áreas dentro dos limites de projeto.

- **Consumo de biodiesel**

O combustível misturado é vendido dentro do país para consumidores cativos do setor de transportes que estão dentro dos limites do

projeto. O consumidor e o produtor de biodiesel possuem um contrato, no qual o consumidor se compromete a não pedir créditos pelo consumo.

O valor máximo permitido para a mistura de biodiesel é de 20% (B20). Se um valor superior a esse for realizado, deve-se justificar e provar que o biodiesel irá funcionar como o petrodiesel, não necessitando de modificações nos motores que o utilizarão.

A mistura é feita pelo produtor, consumidor ou uma terceira parte que é contratada e irá assegurar que as proporções da mistura serão respeitadas e devidamente monitoradas.

- **Atividades beneficiadas pelos créditos**

Os créditos são solicitados pelas emissões de CO₂ do petrodiesel substituído pelo biodiesel.

- **Emissões de projeto**

- CO₂ do metanol utilizado no processo de esterificação e que será liberado na combustão;
- Emissões de CO₂ devido ao consumo de combustíveis fósseis na planta;
- Emissões de CO₂ devido ao consumo de eletricidade na planta;
- Emissões de CO₂ provenientes do transporte da matéria-prima até a planta, e do biodiesel até a unidade misturadora;
- Emissões de CO₂ pelo consumo de combustíveis fósseis nas atividades agrícolas;
- Emissões de GEE durante a produção de fertilizantes utilizados nas plantações;
- Emissões de N₂O durante a aplicação de fertilizantes nas plantações;
- Emissões de CH₄ e N₂O pela queima de biomassa;

- **Cálculo das Emissões Reduzidas**

Pela utilização de muitas fórmulas na metodologia, elas não serão descritas na presente discussão.

3.1.2.3. *Perspectivas de aplicação da metodologia*

Não existem projetos que tenham conseguido créditos de carbono devido à produção de biodiesel proveniente de óleo vegetal.

Atualmente, é freqüente a abordagem por diversos noticiários sobre os impactos negativos deste tipo de produção de biodiesel. Os principais aspectos criticados estão relacionados com a competição com a produção de bens alimentícios, onde especula-se que extensas áreas podem ser devastadas para a produção de biodiesel, eliminando assim, estoques de carbono, além de ocupar áreas que poderiam ser destinadas à práticas agrícolas.

Outro problema relacionado a esse tipo de projeto é a difícil quantificação das emissões relacionadas ao desmatamento para o cultivo de plantas oleaginosas.

O fato da produção de biodiesel a partir de oleaginosas estar se tornando uma prática comum no Brasil tiratambém a adicionalidade desse tipo de projeto, ou seja, ele seria feito mesmo sem o auxílio dos créditos.

As inúmeras incertezas e críticas, relacionadas a esse tipo de produção de biodiesel, dificultam a aprovação dessas metodologias, e se aprovadas, suas características são tão restritivas que poucos projetos poderão se beneficiar das mesmas.

3.2. SISTEMA DE PERGUNTAS E RESPOSTAS : ANÁLISE DA VIABILIDADE DE EMPRESAS BRASILEIRAS PRODUTORAS DE BODIESEL PARA A GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO

3.2.1. Perguntas e Respostas : Metodologia

- **Existe metodologia aplicável ao cenário brasileiro de produção de biodiesel?**

Não. A única metodologia aprovada, relacionada com a produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais, possui a aplicabilidade associada com a substituição do petrodiesel pelo biodiesel, fato que não ocorre mais no cenário brasileiro. Devido às exigência da Lei 11097 de 13 de Janeiro de 2005, atualmente, o petrodiesel (100% diesel derivado do petróleo) não é mais consumido puro no Brasil.

O cenário brasileiro se caracteriza, em sua maioria, por empresas produtoras de biodiesel a partir do cultivo de oleaginosas, entretanto, a inexistência de metodologia aprovada, e os inúmeros aspectos críticos desses projetos (incentivo ao desmatamento, competição com a produção alimentícia, falta de adicionalidade por ser prática comum no Brasil), dificultam a geração de créditos de carbono.

- ***Existem alternativas para a aplicação da metodologia no cenário brasileiro?***

Sim. O ideal seria a apresentação de uma nova metodologia no Painel de Metodologias do *Executive Board*(EB), que contemplasse a substituição do B5 por um *blended* biodiesel com porcentagem superior ao B5. Todavia, os aspectos burocráticos envolvendo a elaboração e a aprovação de uma nova metodologia perante o EB, tornam o processo extremamente lento.

Uma solução, encontrada para a questão, é a realização de uma pequena adaptação (sugerida no parágrafo anterior) da metodologia aprovada AM0047 e, a sua utilização no mercado voluntário, onde as regras e os sistemas de padronização disponíveis são mais flexíveis que as do mercado de Quioto.

3.2.2. Perguntas e Respostas: Adicionalidade

- **Os projetos característicos do cenário brasileiro possuem Adicionalidade?**

Não. A maioria dos projetos relacionados à produção de biodiesel no Brasil não atendem ao critério da Adicionalidade, pois são baseados na produção de óleo proveniente de oleaginosas, o que é considerada uma prática comum no país.

Outra característica que contribui para a maioria dos projetos não ser adicional é a produção de biodiesel nas porcentagens que a lei 11097 de 13 de Janeiro de 2005 estipula. O conceito da adicionalidade refere-se à atividades de reduções de emissões que não ocorreriam na ausência dos créditos de carbono, dessa forma, a produção de biodiesel B5 ocorreria na linha de base do projeto, por isso, a exigência de uma porcentagem superior a essa.

- ***Existem projetos adicionais no Brasil?***

Sim. Projetos produtores de biodiesel a partir de óleo residual (não considerados comuns no cenário brasileiro) e, que produzam quantidades de

blended biodiesel com porcentagem de biodiesel superior a 5%, são considerados adicionais.

É importante salientar que esses projetos devem provar que precisam do financiamento dos créditos para serem implementados. Provar a dependência financeira dos créditos é mais fácil para projetos de biodiesel provenientes de óleos e gorduras residuais, uma vez que os financiamentos se concentram nos projetos de biodiesel a partir de oleaginosas.

3.2.3. Perguntas e Respostas: Sustentabilidade

- **Projetos de biodiesel a partir de OGR contribuem para o desenvolvimento sustentável?**

Sim. De acordo com os autores estudados, a produção de biodiesel traz inúmeros benefícios, sejam eles de ordem social, ambiental ou econômica. Ainda assim, para garantir que esta contribuição está de acordo com os requerimentos da Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima, serão enumerados abaixo os tópicos presentes no Anexo 1 da Resolução estabelecida por este órgão brasileiro regulamentador.

A) Contribuição para a sustentabilidade ambiental

As plantas brasileiras produtoras de biodiesel a partir de óleo e gordura residual apresentam inúmeras vantagens ambientais, durante toda a análise de seu ciclo de vida.

Já na obtenção da matéria-prima, vemos um grande benefício deste tipo de projeto, uma vez que se trata do processamento e refinamento de um resíduo, que enquanto é passivo ambiental para alguns empreendimentos, torna-se um ativo, como matéria prima para a produção de um combustível renovável. Caso não fosse utilizado para produção de biodiesel, todo o óleo e gordura residual poderiam estar sendo depositado em locais impróprios, causando poluição e contaminação do meio ambiente. Ainda, vale ressaltar que a opção pela produção de biodiesel a partir de OGR evita inúmeros impactos ambientais relacionados ao cultivo de leguminosas, como compactação do solo, devido ao uso de maquinários, ou até mesmo a contaminação de solos e aquíferos pelo uso de pesticidas.

O incentivo à produção de biodiesel leva à inserção de uma fonte de energia renovável na matriz energética brasileira, fazendo com que o Brasil se consolide como uma das principais nações a ter sua matriz energética com grande porcentagem de energia renovável.

A combustão do biodiesel também é considerada ecologicamente correta, uma vez que as emissões gasosas do seu processo de combustão contêm um volume menor de poluentes atmosféricos, como hidrocarbonetos.

B) Contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e geração líquida de empregos

Ainda que não faça parte do grupo de projetos de biodiesel que incentivam à agricultura familiar, a produção de biodiesel a partir de óleos residuais também é responsável pela geração líquida de empregos em vários setores, durante todo o seu ciclo produtivo, como apresentado a seguir:

- Pesquisa e Desenvolvimento: Os estudos e planejamentos para a implantação de uma nova usina de biodiesel requerem inúmeros investimentos em pesquisa e desenvolvimento, o que desencadeia a contratação de inúmeros profissionais, relacionados a diversas áreas, entre eles, químicos, agrônomos, economistas, administradores, e engenheiros de diversas especialidades.
- Construção da planta produtiva do biodiesel: Para a construção adequada da planta, estima-se a contratação de diversos profissionais, como engenheiros, operários, geólogos, entre outros.
- Obtenção de Matéria Prima: Geração de empregos para motoristas responsáveis pelo transporte da matéria- prima até a planta produtiva.
- Processo produtivo: Necessidade de mão de obra para todos os processos de produção, incluindo refinamento e transesterificação. Nesta etapa, é prevista a geração de empregos para técnicos, químicos, engenheiros, biólogos, agrônomos, entre outros. Todos estes profissionais estarão relacionados não apenas com o processo de produção do biodiesel, mas também com o processamento e reaproveitamento dos resíduos gerados durante toda a cadeia produtiva do mesmo.

- **Distribuição do combustível:** Neste momento, estima-se que a geração de empregos esteja relacionada com profissionais responsáveis pela estocagem e transporte do produto até locais de consumo do mesmo.

Espera-se que o desenvolvimento das condições de trabalho ocorra para todos os profissionais envolvidos na cadeia de produção e consumo do biodiesel, uma vez que se trata de um projeto inovador, que utiliza novas tecnologias, e está pautado em princípios de inclusão social e desenvolvimento econômico.

C) Contribuição para a distribuição de renda

As contratações mencionadas acima trarão renda para os trabalhadores e por ventura para região onde estes estão inseridos. Nesse mesmo contexto, caso haja a necessidade de que alguns funcionários desloquem-se de suas cidades para a área onde o projeto está sendo desenvolvido, haverá um aumento da classe consumidora, assim como aumento da dos municípios em questão.

Toda a estrutura desse processo beneficiará a região, já que as contratações de mão de obra menos qualificadas serão feitas da mesma maneira; a partir daí, espera-se que as classes de menor renda terão maiores e melhores condições de trabalho, podendo deixar alguns dos serviços do setor terciário para trabalhar em atividades com remunerações periódicas e com chances de especialização.

Durante a atividade de projeto, é provável que ocorra um efeito positivo no consumo e na estruturação dos serviços da região, especialmente relacionados a transportes, saneamento e serviços em geral. Assim como é estimada uma positiva intensificação no comércio da região, além de outros tipos de atividades, levando ao aumento dos níveis de renda para a população da região.

A entrega de materiais para a construção da usina e a distribuição do combustível desencadeará maior fluxo de pessoas ao redor da área de projeto, o que acarreta melhorias nas condições das estradas envolvidas em todo o limite de abrangência do projeto.

A divulgação do projeto é um grande estímulo para investidores que aparecerão interessados em investir na região, incentivando novos

empreendimentos, complementando os benefícios do projeto para a renda da região.

D) Contribuição para a capacitação e o desenvolvimento tecnológico

O grande investimento em pesquisa e desenvolvimento é a maior prova de que projetos envolvendo a produção de biodiesel têm muito a contribuir para o desenvolvimento tecnológico em escala nacional, e possivelmente, global, dado o grande interesse mundial relacionado ao emprego de tecnologias sustentáveis.

A capacitação ocorrerá especialmente no momento de pesquisa e desenvolvimento, onde serão estudados os principais métodos para o desenvolvimento da atividade do projeto. Uma vez estabelecidos os procedimentos para a produção do combustível renovável, estima-se que a usina seja usada como exemplo de novas tecnologias.

A transferência de tecnologia, neste caso, ocorre no momento do emprego de novas metodologias para o funcionamento da atividade de projeto, e assim que implementada, quando a metodologia passar a servir como exemplo para outras instituições e empreendimentos interessados no tema. Com o intuito de melhorar os custos, a eficiência, e a segurança do projeto, muitas novas tecnologias continuam sendo estudadas e analisadas quanto à sua eficiência. De uma maneira geral as novas tecnologias tendem a ser desenvolvidas por empresas particulares, que acabam aprendendo as técnicas na medida em que são aplicadas.

Vale ressaltar, que ainda existem instaladas no Brasil, inúmeras usinas em escala piloto, funcionando como base de estudos para universidades e outras instituições difusoras de conhecimento.

E) Contribuição para a integração regional e articulação com outros setor

No Brasil os projetos relacionados ao biodiesel estão especialmente conectados com a integração regional. Desde o lançamento do Programa Nacional do Uso e Produção do Biodiesel, inúmeras instituições vêm gerando esforços para a pesquisa e desenvolvimento na área dos biocombustíveis. Desde então, vários centros de pesquisas e usinas piloto foram criadas para análises profundas com relação ao ciclo de vida deste tipo de projeto.

Durante toda a análise de ciclo de vida do biodiesel, inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas não apenas envolvendo sua cadeia produtiva, mas também a cadeia produtiva de etanol, entre outros setores da agricultura. No caso específico de biodiesel originado de óleo e gordura residual, a articulação com setores relacionados ao processamento industrial de alimentos também é notável, sendo estes os principais fornecedores de matéria prima para o processo industrial. Também se inclui neste contexto, empresas responsáveis pelo tratamento de fossas, uma vez que o resíduo presente nesta também é considerado como óleo ou gordura residual.

Além disso, em alguns importantes centros urbanos, especialmente na região sudeste, vemos a formação de cooperativas regionais, organizadas para o recolhimento de óleo em diferentes instituições, com o objetivo de comercializarem as matéria-prima para a produção do biodiesel.

- **É possível definir Stakeholders dentro dos limites de abrangência do projeto?**

Sim. Durante todas as etapas do projeto, potenciais stakeholders podem ser identificados, além daqueles estipulados pela Resolução n1 da Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima. Especialmente para cumprimento dos requerimentos estabelecidos pela metodologia, e para a identificação dos principais stakeholders envolvidos no projeto, é necessário que seja definido um limite de abrangência do projeto, como mostra a Figura 28 abaixo.

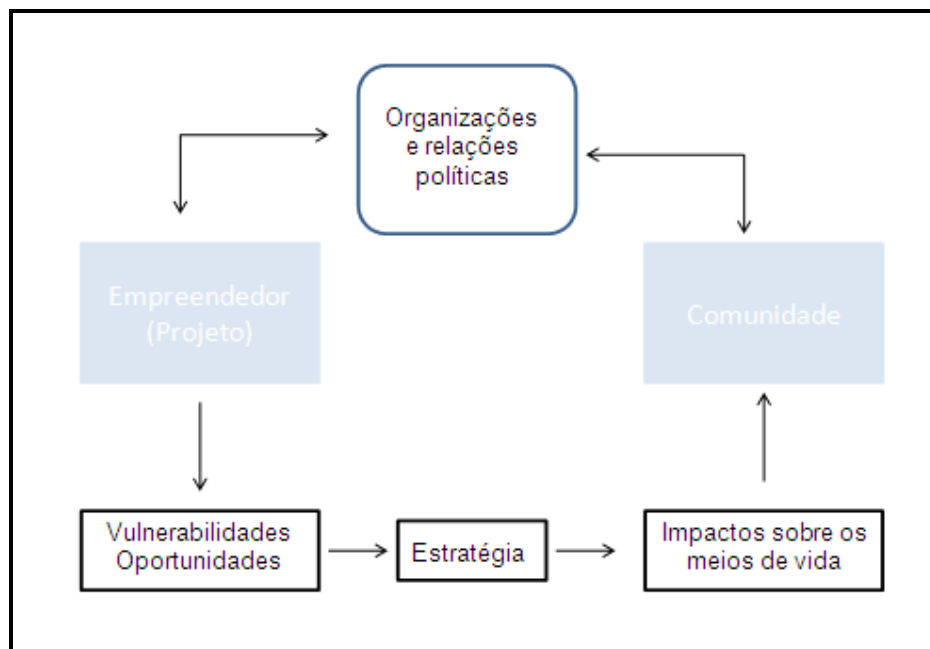


Figura 28 - Definição dos Limites de Abrangência de Projetos para a Definição de Stakeholders.

Os limites físicos de projetos envolvendo a produção de biodiesel a partir de OGR envolvem as áreas englobadas pelo fornecedor da matéria-prima, até o local onde se situa a planta produtiva. Aí, serão identificadas as principais comunidades que podem ser afetadas pelo projeto, seja pela geração de empregos, aumento na distribuição de renda ou articulações regionais e setoriais. O elo entre as comunidades e o empreendimento são as organizações sociais e políticas regionais, representadas pelos stakeholders obrigatórios, como as ONGs, Ministério Público, órgãos ambientais, entre outros.

Também são considerados stakeholders, as empresas que de alguma maneira se comunicam com a planta produtora de biodiesel, como transportadoras, distribuidoras, fornecedoras de várias espécies. Aí se encaixa também o público consumidor. O consumidor neste tipo de projeto deve ter uma atenção especial, uma vez que a metodologia proposta exige que estes sejam cativos, ou seja, mantenham um comprometimento específico com a planta produtora de biodiesel.

Como não poderia deixar de ser, os órgãos e instituições integrantes do Programa Nacional de Uso e Produção do Biodiesel são stakeholders de extrema importância, uma vez que o conhecimento da atividade do projeto pode contribuir

significativamente para o estímulo do uso deste novo combustível em todo o território nacional.

A Figura 29 mostra um esquema dos principais stakeholders envolvidos com as interfaces do projeto.

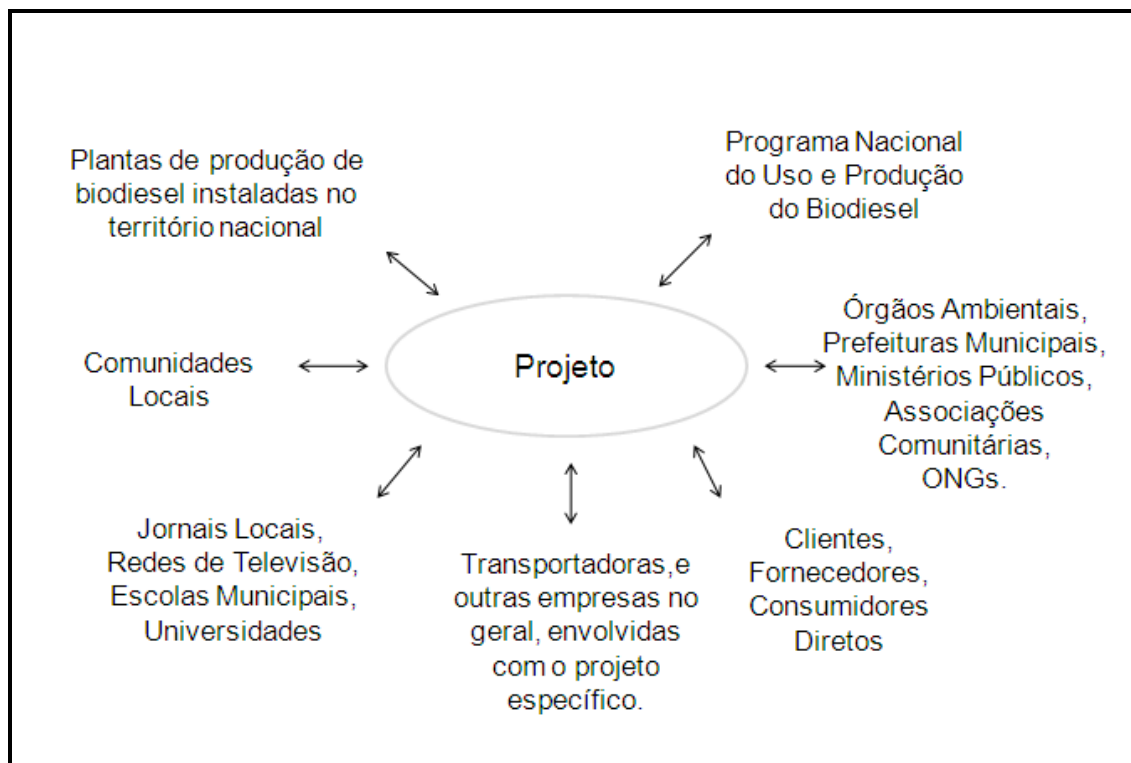


Figura 29 - Identificação dos principais stakeholders relacionados ao projeto.

3.3. CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE A PARTIR DA METODOLOGIA DO CARBONO SOCIAL

Constatada a viabilidade de geração de créditos de carbono no Mercado Voluntário a partir da produção de biodiesel, mais especificamente, aqueles originados de óleo e gordura residual, faz-se necessário enquadrar o projeto a um sistema de padronização, para garantir sua sustentabilidade, e assegurar comprometimento entre os compradores dos créditos e os proponentes do projeto.

Sendo a Metodologia do Carbono Social, a única metodologia disponível capaz de mensurar e acompanhar as características de um projeto ao longo de toda sua vida útil, especialmente os aspectos socioeconômicos e ambientais do mesmo, optou-se por aplicá-la a projetos envolvendo produção de biodiesel proveniente de óleos e gorduras residuais.

Foram construídos, então, indicadores de sustentabilidade para cada um dos seis recursos propostos pela Metodologia do Carbono Social. Cada um dos recursos possui em média quatro indicadores de sustentabilidade, e cada um dos indicadores possuem seis cenários de acesso ao recurso, sempre que aplicável.

Uma vez que os impactos do projeto com relação à biodiversidade não são mensuráveis, optou-se por substituir o Recurso Biodiversidade, por Recurso Tecnologia, que investigará o acesso que o empreendimento tem às tecnologias de produção mais eficientes, e ainda a contribuição do projeto para a transferência de tecnologia.

Os indicadores construídos avaliam ora aspectos inerentes ao projeto, ora aspectos relacionados especificamente ao empreendimento, podendo-se dizer, portanto, que análise proposta avaliará a sustentabilidade tanto do desenvolvimento do projeto, assim como a do empreendimento, uma vez que a segunda promove significativos impactos na primeira.

Embora todos os indicadores propostos incluam os principais aspectos de sustentabilidade relacionados ao projeto e ao empreendimento, cabe ressaltar, que, os resultados apresentados podem ser considerados ainda como um esboço. Os indicadores de sustentabilidade, muitas vezes, ao aplicados a um determinado empreendimento, necessitam de alterações em decorrência da complexidade e exclusividade de cada projeto.

3.3.1. Recursos Sociais

Os indicadores presentes neste setor visam a investigação das relações sociais do empreendedor, além de seu envolvimento com ações e eventos sociais. Estão presentes aqui, ainda, indicadores responsáveis pela análise da magnitude dos impactos sociais do projeto.

- A. Geração de Empregos: Visa quantificar e qualificar os benefícios da implantação do projeto para a geração líquida de empregos na região, avaliando a abrangência do mesmo.
- B. Incentivo à Associações Comunitárias: Avalia o nível de influência do projeto para o empoderamento das comunidades envolvidas, como a criação de cooperativas ou outras associações comunitárias que tenham envolvimento com o projeto.
- C. Relacionamento Social: Avalia o relacionamento do empreendedor com as comunidades envolvidas com seu empreendimento, assim como a organização e abrangência da participação da empresa em ações e eventos sociais.
- D. Inclusão Social: Investiga a posição do empreendimento com relação ao incentivo e prática da inclusão social, incluindo avaliação da presença ou não de minorias trabalhando no local, com relação à raça, gênero e qualquer deficiência.
- E. Ética Empresarial e Governança Corporativa: Avalia os procedimentos adotados pela empresa para garantir a transparência de suas atividades, e confiabilidade de seus serviços.

Os resultados da construção dos indicadores e cenários de sustentabilidade para Recursos Sociais encontram-se na Tabela 16.

Tabela 16 - Indicadores de Sustentabilidade para Avaliação de Recursos Humanos

| Indicadores | Recursos Sociais | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Geração de Empregos | O projeto gera número de empregos ínfimos e não mensuráveis. | O projeto gera um número razoável de empregos, passíveis de mensuração. | O projeto gera quantidade significativa de empregos, embora a maioria se restrinja à área onde a planta se instala. | O projeto gera número significativo de empregos, entre eles, ao menos 50% tratam-se de mão de obra externa. | O projeto gera quantidade significativa de empregos, abrangendo áreas mais distantes, trazendo mão de obra externa. | Além do anterior, o projeto estimula empregos em outros setores de produção, e em alguns casos, estes são mensuráveis. |
| Incentivo à Associações Comunitárias | O projeto não incentiva a formação de associações comunitárias em sua área de atuação. | Algumas associações comunitárias relacionam-se com a atividade de projeto, embora não tenham conectividade direta com o mesmo. | O projeto incentiva associações e cooperativas restritas à área onde a planta se instala. | O projeto incentiva associações comunitárias e cooperativas que abrangem limites externos à planta, em toda a área de atuação do projeto. | - | As cooperativas e associações originadas pelo projeto mantêm comunicação com outros setores. |
| Relacionamento Social | O proponente do projeto não mantém nenhum relacionamento social com as comunidades de entorno. | O proponente do projeto patrocina alguns eventos sociais relacionados com sua área de atuação. | O proponente do projeto realiza doações esporádicas e apóia eventos comunitários. | Frequentemente, o empreendedor realiza doações e participa de eventos comunitários sempre que requisitado. | Frequentemente, o empreendedor realiza doações e participa de eventos comunitários por iniciativa própria. | O proponente do projeto possui iniciativa com relação à ações sociais, possuindo um Plano de Ação delineado. |
| Inclusão Social | O empreendimento não possui nenhuma política de inclusão social. | Embora não possua discriminação com relação à raça, gênero ou deficiência, o projeto não incentiva a inclusão social. | O empreendimento incentiva a inclusão social dentro do empreendimento. | O empreendimento possui dentro de sua política empresarial, um item referente à inclusão social. | Além do anterior, o empreendimento possui layout e procedimentos de comunicação adequados a diferentes tipos de deficiência física. | Além de possuir uma política formalizada visando a inclusão social, o projeto incentiva outros empreendimentos a promover a inclusão. |
| Ética Empresarial e Governança Corporativa | Não existe uma política bem definida quanto à ética nos negócios da empresa. | Existe um política envolvendo ética empresarial, no entanto pode se observar controvérsias entre a realidade e as situações descritas nos documentos. | A empresa possui princípios e políticas bem definidas quanto à ética nos negócios, baseados em termos de condutas aplicáveis à mesma, além de emitir relatórios públicos periódicos. | Além de emitir relatórios públicos periódicos, a empresa conta com um ombudsman responsável por identificar os principais problemas da empresa. | Além do ombudsman, a empresa conta com uma comissão especializada em análises de situações em desacordo com a política da empresa, responsável pela aplicação de sanções. | Existe uma política bem estruturada e monitorada internamente, com emissão de relatórios públicos, e ainda, os relatórios são avaliados por instituições externas. |

3.3.2. Recursos Humanos

Os indicadores pertencentes a este recurso estão focados especialmente na relação do empreendedor com seus empregados, procurando avaliar a qualidade do trabalho presente na empresa, e nas medidas de gestão de recursos humanos presentes na empresa.

A. Gestão de Recursos Humanos: Avalia a existência de procedimentos formais de gestão de recursos humanos na empresa, assim como os métodos de comunicação entre a alta administração e os trabalhadores.

B. Escolaridade dos empregados: Avalia o nível de escolaridade dos empregados na empresa, assim como as iniciativas do proponente do projeto com relação à campanhas educativas.

C. Qualificação Profissional: Avalia o nível de qualificação profissional dos trabalhadores, assim como a existência de incentivos por parte da empresa, com relação à capacitação e especialização dos empregados.

D. Emprego Infantil: Examina a existência de emprego infantil na empresa, assim como iniciativas do empreendedor na inclusão de adolescentes aprendizes na empresa, garantindo capacitação e comprometimento dos mesmo com trabalho e estudo.

E. Saúde e Segurança Ocupacional: Avalia os procedimentos relacionados ao monitoramento da Saúde e Segurança Ocupacional na empresa, incluindo ai, a presença de Comissão Interna de Prevenção ao Acidente, elaboração de Programa de Prevenção a Riscos Ambiental, e Plano de Controle Médico e Saúde Ocupacional.

Os resultados da construção de indicadores e cenários de sustentabilidade para os Recursos Humanos encontram-se na Tabela 17.

Tabela 17 - Indicadores de Sustentabilidade para Recursos Humanos

| Indicadores | Recursos Humanos | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Gestão de Recursos Humanos | O empreendimento não possui ferramentas de gestão de recursos humanos. | O empreendimento possui um analista responsável pela gestão de recursos humanos. | O empreendimento possui uma equipe responsável pela gestão de recursos humanos. | A equipe responsável pela gestão dos recursos humanos possui procedimentos de avaliação da satisfação dos empregados. | O sistema de gestão de recursos humanos emite relatórios periódicos, analisados pela alta administração do empreendimento. | O sistema de gestão de recursos humanos possui emissão de relatórios periódicos, que são submetidos a auditorias externas. |
| Escolaridade dos empregados | O índice de analfabetismo dos empregados do empreendimento é maior que 90%. OU Não existe registro da escolaridade dos empregados. | O nível de analfabetismo ocupacional no empreendimento ainda é alto. | Mais de 30% dos empregados frequentaram instituições de ensino até pelo menos o ensino médio. | Mais de 50% dos empregados possui nível técnico ou superior. | Além do anterior, o empreendimento possui campanhas educativas para os trabalhadores da empresa. | O empreendimento possui campanhas educativas envolvendo os trabalhadores, seus familiares, e eventualmente, a comunidade local. |
| Qualificação Profissional | Menos de 90% dos empregados possuem qualificação profissional. | Mais de 30% dos empregados possuem qualificação profissional. | Mais de 50% dos empregados possuem qualificação profissional. | Mais de 90% dos empregados possuem qualificação profissional. | Além do anterior, mais de 10% dos empregados qualificados possuem algum curso de especialização ou mestrado. | A empresa incentiva e apoia financeiramente cursos de especialização para seus empregados. |
| Emprego Infantil | A empresa utiliza emprego infantil. | — | A empresa não utiliza emprego infantil. | A empresa emprega adolescentes aprendizes, dentro de suas obrigações legais. | A empresa emprega adolescentes aprendizes mesmo que não faça parte de sua obrigação legal. | Os adolescentes aprendizes trabalhando na empresa recebem apoio para continuarem na empresa após formados. |
| Saúde e Segurança Ocupacional | A empresa não possui procedimentos para monitoramento da saúde e segurança ocupacional dos empregados. E Não disponibiliza equipamentos de proteção para seus empregados. | Apesar de não monitorar a saúde e segurança dos empregados, o empreendimento disponibiliza e incentiva uso de equipamentos de proteção; nem todos utilizam os aparelhos corretamente. | O empreendimento possui documentos de monitoramento da saúde e segurança ocupacional como PPRA*, PCMSO*. Os equipamentos de proteção são disponibilizados para os empregados. | Além do anterior, existe um empregado responsável pelo monitoramento do uso dos equipamentos de segurança pelos empregados. | Além do anterior, o empreendimento possui Comissão Interna de Prevenção ao Acidente, encarregada dos assuntos relacionados à Saúde e Segurança Ocupacional na empresa. | O empreendimento possui Comissão Interna de Prevenção ao Acidente, e realiza palestras e treinamentos frequentes relacionados à Saúde e Segurança Ocupacional. |

Nota: *PPRA: Programa de Prevenção a Riscos Ambientais; ** PCMSO: Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional

3.3.3. Recursos Financeiros

O principal objetivo dos indicadores presentes foi a avaliação dos recursos financeiros disponíveis para o desenvolvimento do projeto, assim como os principais impactos econômicos relacionados ao projeto.

A. Planejamento Financeiro do Projeto: Avalia a existência de algum planejamento contábil envolvendo os gastos com a implementação do projeto e sua relação com a receita advinda dos créditos de carbono previstos.

B. Receita Relacionada à atividade do Projeto: Avalia se a atividade do projeto promoveu aumento de receita do empreendimento, exceto pela venda dos créditos de carbono; se está relacionada ao aumento de produção, eficiência de processos, ou outros aspectos que podem influenciar na receita líquida da empresa.

C. Contribuição para a Distribuição de Renda: Procura mensurar a magnitude e os benefícios do projeto para a distribuição de renda da área envolvida com o projeto.

D. Investimentos em Sustentabilidade Interna: Pondera os investimentos realizados para melhorias da condição de trabalho, aperfeiçoamento do processo produtivo, ou provisão de benefícios adicionais aos trabalhadores da empresa, advindos da receita da comercialização dos créditos de carbono.

Os resultados da construção dos indicadores e cenários de sustentabilidade para Recursos Financeiros apresentam-se na Tabela 18.

Tabela 18 - Indicadores de Sustentabilidade para Recursos Financeiros

| Indicadores | Recursos Financeiros | | | | | |
|--|--|--|--|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Planejamento Financeiro do Projeto | O empreendedor necessitou de financiamentos para desenvolvimento de mais de 80% da atividade de projeto. | O empreendedor não tem controle sobre os gastos efetuados na implantação do projeto ou sobre o retorno financeiro da venda dos créditos. | O empreendedor tem uma breve estimativa sobre o retorno financeiro da venda dos créditos, mas não planejou seus gastos com a implantação do projeto. | O empreendedor tem uma breve estimativa sobre os gastos efetuados na implantação do projeto, e sobre o retorno financeiro que será obtido com a venda dos créditos. | O empreendedor tem uma boa estimativa dos gastos efetuados na implantação do projeto e planeja incluir o retorno financeiro com a venda dos créditos para arcar com as despesas, mas não tem certeza se este será suficiente. | Existe um planejamento financeiro não apenas da fase de implantação do projeto, mas também dos próximos anos de atividades. O empreendedor já planejou como usar o retorno financeiro da venda dos créditos para arcar com suas despesas. |
| Receita relacionada à atividade de projeto | Os gastos com a implantação do projeto afetaram negativamente a receita líquida do empreendimento. | Exceto pela venda dos créditos de carbono, o projeto não foi responsável por nenhum aumento de renda no empreendimento. | O projeto foi responsável por um aumento pouco significativo na renda da empresa, além da receita da venda dos créditos de carbono. | - | - | Além da receita advinda da venda dos créditos, a atividade do projeto foi responsável por um grande aumento na receita líquida do empreendimento. |
| Contribuição para a distribuição de renda | A contribuição do projeto para a distribuição de renda da população não é aparente ou mensurável. | A contribuição do projeto para a distribuição de renda é aparente, porém não mensurável. | É possível mensuração da contribuição do projeto para a distribuição de renda, entretanto, os resultados ainda são baixos. | É possível mensuração da contribuição do projeto para a distribuição de renda, evidenciando resultados razoáveis para uma pequena área afetada. | É possível mensuração da contribuição do projeto para a distribuição de renda, evidenciando bons resultados para a área onde a planta está instalada. | A contribuição do projeto para a distribuição de renda é notável em todo o limite de atuação do projeto. |
| Investimentos em sustentabilidade interna | Nenhuma parte da renda dos créditos foi investida em ações que promovam a sustentabilidade interna da empresa. | Embora não seja mensurável, é evidente que a implantação do projeto trouxe algumas melhorias internas na empresa. | Uma pequena parcela (menos de 10%) da renda dos créditos foi investida em melhorias internas na empresa. | Uma parcela razoável (mais que 10%) da renda dos créditos foi investida em melhorias internas na empresa. | Além do anterior, as melhorias internas incluem benefícios aos empregados. | Além do anterior, existe um Plano de Ação com objetivos e metas para que os créditos sejam usados em melhorias internas na empresa. |

3.3.4. Recursos Naturais

Os indicadores dos Recursos Naturais avaliam a relação da empresa com seus passivos e ativos ambientais, assim como os princípios de sustentabilidade da mesma, investigando os impactos ambientais decorrentes da atividade de projeto.

A. Política Ambiental: Verifica a existência de uma Política Ambiental formalizada na empresa, assim como a qualidade e disponibilidade de seu conteúdo para o público.

B. Gestão Ambiental: Analisa os procedimentos adotados pela empresa com relação à investigação e controle dos impactos ambientais do processo produtivo, assim com a existência de um sistema certificado de gestão ambiental.

C. Impactos Ambientais: Analisa a existência de investigação satisfatória dos impactos ambientais do projeto, além da magnitude dos impactos identificados, quando aplicável.

D. Programa Sócio Ambientais: Verifica o comprometimento do empreendedor com Programa Sócio Ambientais, assim como suas iniciativas com relação à preservação do meio ambiente.

Os resultados para a construção dos indicadores e cenários de sustentabilidade para os Recursos Naturais apresentam-se na Tabela 19.

Tabela 19 - Indicadores de Sustentabilidade para Recursos Naturais

| Indicadores | Recursos Naturais | | | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Política Ambiental | O empreendimento não possui Política ou princípios ambientais formalizados. | Embora possua princípios de sustentabilidade, a empresa não tem uma política ambiental formalizada. | Os princípios ambientais da empresa estão formalizados dentro da política empresarial da mesma. | A empresa possui Política Ambiental formalizada, mas não divulga a mesma ao público. | A empresa possui Política Ambiental divulgada ao público. | Além do anterior, a empresa inclui a mitigação das mudanças climáticas em sua política. |
| Gestão Ambiental | O empreendimento não realiza nenhum monitoramento ou abordagem dos aspectos ambientais do processo produtivo. | A abordagem dos aspectos ambientais da empresa limitam-se ao gerenciamento dos resíduos do processo produtivo. | A empresa tem procedimentos definidos para o gerenciamento dos aspectos e impactos ambientais envolvidos no processo produtivo, porém ainda sem um sistema de gestão específico. | Além do anterior, o empreendimento emite relatórios periódicos contendo seu desempenho ambiental. | A empresa possui um Sistema definido, com equipe responsável pela Gestão Ambiental de todos os aspectos envolvidos no empreendimento. | Além do anterior, o empreendimento possui certificação reconhecida, passando por auditorias externas. |
| Impactos ambientais do projeto | Não houve investigação satisfatória dos impactos ambientais do projeto. | – | Os impactos ambientais identificados são de magnitude regular. | Os impactos ambientais identificados são de magnitude regular. | – | Os impactos ambientais identificados são de baixa magnitude, porém já existe um plano de controle satisfatório relacionado aos mesmos. |
| Programas Socio Ambientais | O empreendedor não participa de nenhuma campanha ou programa socio ambiental. | – | O empreendedor participa esporadicamente de Programas Socio Ambientais. | O empreendedor participa frequentemente de Programas Socio Ambientais. | – | O empreendedor toma iniciativa próprias para ações que envolvam preservação do meio ambiente, possuindo um plano com metas e objetivos. |

3.3.5. Recursos Tecnológicos

Os indicadores relacionados a Recursos Tecnológicos vêm investigar o acesso que o empreendimento tem aos métodos tecnológicos demandados pela implantação da atividade do projeto, assim como sua contribuição para a transferência tecnológica.

Entre todos os indicadores, estes foram os que exigiram maior esforço, uma vez que inúmeros projetos de pesquisa e desenvolvimento estão em curso atualmente, a fim de definir os procedimentos, métodos e tecnologias mais eficientes para a produção do biodiesel. Desta maneira, os indicadores basearam-se nos procedimentos mais influentes na qualidade do produto, como é apresentado a seguir.

A. Eficiência da Filtração do Óleo Residual: Analisa os métodos empregados para filtração do óleo, a fim de prepará-lo para a transesterificação. Além disso, investiga os procedimentos de análise do produto, realizados pela empresa.

B. Presença de Fosfatídeos: Analisa a abordagem analítica para investigação da presença fosfatídeos na amostra, evitando sua alta concentração no óleo antes da reação de transesterificação.

C. Pesquisa e Desenvolvimento: Avalia os recursos financeiros dispensados à projetos de pesquisa e desenvolvimento, com o intuito de desenvolver métodos mais eficientes de produção.

D. Transferência de Tecnologia: Procura mensurar a abrangência de transferência de conhecimento e tecnologia promovida pela atividade do projeto, assim como sua influência em território nacional.

Os resultados da construção de indicadores e cenários de sustentabilidade para Recursos Tecnológicos encontram-se na Tabela 20.

Tabela 20 - Indicadores de Sustentabilidade para Recursos Tecnológicos.

| Recursos Tecnológicos | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|---|
| Indicadores | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Eficiência da Filtração do Óleo Residual | A empresa não tem acesso aos métodos mais eficientes de filtração. | – | A empresa tem acesso a métodos de filtração eficientes, porém, ainda retrógrados. | – | A empresa tem acesso a métodos de filtração eficientes. | Além do anterior, são emitidos relatórios de controle sobre a qualidade do óleo resultante do processo de filtração. |
| Presença de fosfatídeos | Não existe análise sobre a presença de fosfatídeos no óleo filtrado. | – | Existe análises esporádicas sobre a presença de fosfatídeos no óleo filtrado. | A empresa realiza análise da presença de fosfatídeos em todo o material que chega à etapa de transesterificação. | – | Além do anterior, empresa tem acesso a tecnologia de maior eficiência para eliminação de fosfatídeos. |
| Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) | O empreendedor não investe quantidades significativas em P&D. | | O empreendedor investe quantias consideráveis em pesquisa e desenvolvimento. | Além do anterior, o empreendedor participa de Programas de P&D com grande abrangência, extrapolando muitas vezes, o limite do projeto. | O empreendedor desenvolve seus próprios Programas de P&D. | O empreendedor desenvolve seus próprios Programas de P&D, de maneira associativa, promovendo articulação regional. |
| Transferência de Tecnologia | O projeto não promove a transferência de tecnologia para outros setores tecnológicos, ou regiões diferenciadas. | O projeto promove a transferência de tecnologia para outras regiões e setores tecnológicos, mas o preço de aquisição das tecnologias dificulta o acesso dos interessados | A transferência de tecnologia é razoavelmente acessível dentro da região envolvida com as atividades. | – | A transferência de tecnologia é razoavelmente acessível para outras regiões e setores tecnológicos, além das áreas envolvidas com o projeto | A transferência de tecnologia é acessível dentro de toda a nação onde está sendo executado, promovendo a viabilidade de novos projetos de mitigação da emissão de gases estufa. |

3.3.6. Recursos de Carbono

Os indicadores presentes nesta seção relacionam-se a aspectos específicos de projetos de crédito de carbono, avaliados sob os critérios propostos pelo Comitê Executivo de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo –MDL.

A construção destes indicadores baseou-se e utilizou indicadores já existentes para outros tipos de projeto, uma vez que os critérios metodológicos propostos pelo Comitê Executivo do MDL apresentam características e rigorosidade estáticas.

A. Mercado de Carbono: Avalia a elegibilidade das atividades de projeto ao Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

B. Adicionalidade: Avalia os procedimentos adotados para a comprovação da adicionalidade do projeto.

C. Envolvimento dos Stakeholders: Verifica os métodos adotados para realização de consulta aos stakeholders, e a magnitude de suas opiniões acerca da atividade de projeto, especificando ainda o grau de oposição ou aceitação dos mesmos ao projeto.

D. Envolvimento dos Empregados: Avalia os métodos de divulgação do projeto para os empregados da empresa, uma vez que estes estão diretamente envolvidos com a atividade, assim como o grau de aceitação ou oposição dos mesmos à implantação do projeto, quando aplicável.

Os resultados da construção de indicadores e cenários de sustentabilidade para os Recursos de Carbono apresentam-se na Tabela 21.

Tabela 21 - Índices de Sustentabilidade para Recursos de Carbono

| Recursos de Carbono | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|--|---|--|---|
| Indicadores | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Mercado de Carbono | Projeto elegível apenas ao Mercado Voluntário. | - | O projeto enfrenta duas realidades: embora possua atividades elegíveis ao MDL, ainda possui atividades elegíveis apenas ao Mercado Voluntário. | - | - | Projeto elegível ao Mercado de Kyoto. |
| Adicionalidade | O projeto não é considerado adicional. | - | A adicionalidade é reconhecida, porém não é baseada totalmente nos critérios do Comitê Executivo do MDL. | - | - | A adicionalidade do projeto é reconhecida sob os critérios do Comitê Executivo do MDL. |
| Metodologias | O projeto não é baseado em uma metodologia aprovada pelo Comitê Executivo do MDL. | - | O projeto é baseado em uma combinação de tecnologias, entre elas, pelo menos uma, é aprovada pelo Comitê Executivo do MDL. | - | - | Todos os cálculos de emissões se baseiam em metodologia aprovada pelo Comitê Executivo do MDL. |
| Envolvimento dos Stakeholders | O projeto não contempla a participação das partes interessadas (stakeholders), não havendo participação da comunidade | O projeto contempla a divulgação da atividade de projeto aos stakeholders porém sem caráter formal e estruturado. | O projeto contempla a participação dos stakeholders através de cartas convites enviadas conforme Resolução nº 1 da Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima. | O projeto contempla a participação dos stakeholders através de cartas convites enviadas conforme Resolução nº 1 da Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima. Sendo os comentários recebidos devidamente considerados na | O projeto foi feito de forma participativa, contemplando diferentes tipos de abordagem de comunicação com stakeholders, como seminários, cartas convite, audiências, publicações em meios de comunicação de massa, entre outros. | Além do anterior, stakeholders são favoráveis à execução do projeto e oposições são consideradas como não significativas. |
| Envolvimento dos empregados | Empregados não foram informados ou foram informados de forma insuficiente sobre o projeto e não há nenhum envolvimento. | Empregados foram informados sobre o projeto, mas há relutância em sua implantação | Empregados foram informados sobre o projeto, mas há pouco envolvimento (indiferença diante da implantação do projeto). | Empregados foram informados de forma adequada sobre o projeto, estão envolvidos e motivados a contribuir para sua implantação. | Empregados foram informados de forma adequada, assim como capacitados para implantação do projeto e readequação das atividades | Além do envolvimento e capacitação dos empregados, o projeto é desenvolvido de forma participativa e atende aos interesses dos empregados e |

4. CONCLUSÃO

A viabilidade de geração de créditos de carbono através da implantação de plantas de biodiesel no cenário brasileiro é ainda restrita. As políticas públicas de incentivo à produção e consumo do biodiesel, e as características geográficas e climáticas favoráveis ao cultivo de oleaginosas, principal fonte de matéria prima no país, ao mesmo tempo em que favorecem a implantação de novas usinas, por outro lado ferem a adicionalidade de projetos envolvendo a redução de gases do efeito estufa. Entretanto, existem alternativas significantes que podem incluir o Brasil no Mercado Voluntário de carbono a partir de projetos que envolvam a produção deste importante combustível renovável.

A produção de biodiesel a partir de óleos e gordura residuais é a principal alternativa identificada para que seja possível a comercialização de créditos de carbono.

Atualmente, devido à inexistência de metodologias que se enquadrem perfeitamente às características das empresas brasileiras produtoras de biodiesel, conclui-se que a solução para a viabilização de projetos de créditos de carbono nesse setor, será mais rápida e eficiente se forem feitos procedimentos no âmbito do mercado voluntário.

Para a inserção de projetos brasileiros de biodiesel no mercado voluntário, sugere-se o emprego da metodologia AM0047 (*Production of biodiesel based on waste oils and/or waste fats from biogenic origin for use as fuel* - versão 2, aprovada em 10/08/2007) adaptada ao sistema de produção nacional, ou seja, as modificações sugeridas na metodologia devem contemplar a substituição do uso do B5 por um *blended* biodiesel com porcentagem superior à exigida perante a lei.

É importante ressaltar que, projetos viáveis devem ser adicionais, ou seja, não ocorreriam sem o incentivo proveniente da comercialização dos créditos de carbono e, não são considerados atividades comumente empregadas pelo território nacional.

Não obstante, as iniciativas para este tipo de projeto não deixam de colaborar com os objetivos propostos pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, incentivando a geração de renda e emprego no país, além de contribuir significativamente para o acesso a novas tecnologias em todo o território nacional.

Do ponto de vista da engenharia ambiental, a produção de biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais também se apresenta mais vantajosa, uma vez que seu ciclo de produção se inicia pela transformação de um passivo ambiental em ativo (matéria-prima), contribuindo de maneira significativa para a preservação do meio ambiente.

Ainda, é possível afirmar que existem procedimentos eficazes para a investigação da sustentabilidade do gênero de projetos propostos, uma vez que a definição de indicadores da Metodologia do Carbono Social é capaz de avaliar cada aspecto relevante da atividade desenvolvida, comprovando mais uma vez a contribuição de projetos de produção de biodiesel para o desenvolvimento sustentável.

Vale salientar que, embora o cenário brasileiro não seja favorável ao desenvolvimento de projetos passíveis de comercialização de créditos de carbono, o incentivo à inclusão do biodiesel na matriz energética brasileira é de fundamental importância para o desenvolvimento do país, em termos sociais, econômicos e ambientais.

ANEXOS

ANEXO A

Quadro adaptado de UNFCC. Disponível em : <http://cdm.unfccc.int/DOE/scopes.html#1>. Acesso em 01 de junho de 2008

| Número do escopo | Escopo setorial | Metodologia | Metodologias aprovadas de pequena escala | Metodologias aprovadas e consolidadas | EODs para a validação | EODs para a verificação |
|------------------|---|---|--|--|---|---|
| 1 | Indústrias de energia (renovável/não renovável) | <u>AM0007</u> <u>AM0014</u> <u>AM0019</u> <u>AM0024</u> <u>AM0025</u> <u>AM0026</u> <u>AM0029</u> <u>AM0035</u> <u>AM0036</u> <u>AM0042</u> <u>AM0044</u> <u>AM0045</u> <u>AM0047</u> <u>AM0048</u> <u>AM0049</u> <u>AM0052</u> <u>AM0053</u> <u>AM0054</u> <u>AM0055</u> <u>AM0056</u> <u>AM0058</u> <u>AM0061</u> <u>AM0062</u> | <u>AMS-I.A.</u> <u>AMS-I.B.</u> <u>AMS-I.C.</u> <u>AMS-I.D.</u> <u>AMS-I.E.</u> <u>AMS-II.B.</u> <u>AMS-III.B.</u> | <u>ACM0002</u> <u>ACM0006</u> <u>ACM0007</u> <u>ACM0009</u> <u>ACM0011</u> <u>ACM0012</u> <u>ACM0013</u> | JQA DNV SGS TÜV-SÜD TÜV Rheinland JACO JCI AENOR BVC Holding SAS KPMG TÜV NORD KEMCO KFQ Deloitte-TECO BSI PwC LRQA | DNV SGS TÜV-SÜD JACO AENOR BVC Holding SAS TÜV NORD ICONTEC |
| 2 | Distribuição de energia | <u>AM0067</u> | <u>AMS-II.A.</u> | | JQA DNV SGS TÜV-SÜD TÜV Rheinland JACO JCI AENOR BVC Holding SAS KPMG TÜV NORD KFQ Deloitte-TECO BSI PwC LRQA | DNV SGS TÜV-SÜD JACO AENOR BVC Holding SAS TÜV NORD ICONTEC |
| 3 | Demanda de energia | <u>AM0017</u> | <u>AMS-II.C.</u> | | JQA | DNV |

| | | | | | | |
|----------|--------------------------|--|--|--|--|---|
| | | <u>AM0020</u> <u>AM0046</u> <u>AM0060</u> <u>AM0068</u> | <u>AMS-II.F.</u> <u>AMS-II.G.</u> | | SGS TÜV-SÜD TÜV Rheinland JACO AENOR BVC Holding SAS TÜV NORD ICONTEC | TÜV-SÜD JACO AENOR BVC Holding SAS TÜV NORD ICONTEC |
| <u>4</u> | Indústrias de manufatura | <u>AM0007</u> <u>AM0014</u> <u>AM0024</u> <u>AM0036</u> <u>AM0041</u> <u>AM0049</u> <u>AM0055</u> <u>AM0057</u> <u>AM0065</u> | <u>AMS-II.D.</u> <u>AMS-II.H.</u> <u>AMS-II.I.</u> <u>AMS-III.K.</u> <u>AMS-III.N.</u> <u>AMS-III.P.</u> <u>AMS-III.Q.</u> | <u>ACM0003</u> <u>ACM0005</u> <u>ACM0009</u> <u>ACM0012</u> <u>ACM0015</u> | JQA DNV SGS TÜV-SÜD BVC Holding SAS TÜV NORD LRQA | DNV SGS TÜV-SÜD |
| <u>5</u> | Indústrias Químicas | <u>AM0021</u> <u>AM0027</u> <u>AM0028</u> <u>AM0034</u> <u>AM0037</u> <u>AM0047</u> <u>AM0050</u> <u>AM0051</u> <u>AM0053</u> <u>AM0063</u> | <u>AMS-III.J.</u> <u>AMS-III.M.</u> <u>AMS-III.O.</u> | | JQA DNV SGS TÜV-SÜD BVC Holding SAS TÜV NORD LRQA | DNV SGS TÜV-SÜD |
| <u>6</u> | Construção | | | | JQA DNV SGS TÜV-SÜD BVC Holding SAS TÜV NORD LRQA | DNV SGS TÜV-SÜD |
| <u>7</u> | Transporte | <u>AM0031</u> | <u>AMS-III.C.</u> <u>AMS-III.S.</u> <u>AMS-III.T.</u> | | JQA DNV SGS TÜV-SÜD BVC Holding SAS | DNV SGS TÜV-SÜD |

| | | | | | | |
|-----------|---|--|--|--|---|-----------------------|
| | | | | | TÜV NORD LRQA | |
| <u>8</u> | Mineração/Produção Mineral | | | <u>ACM0008</u> | DNV TÜV- SÜD | DNV TÜV-SÜD |
| <u>9</u> | Produção de metais | <u>AM0030</u> <u>AM0038</u> <u>AM0059</u> <u>AM0065</u> <u>AM0066</u> <u>AM0068</u> | | | DNV TÜV- SÜD | DNV TÜV-SÜD |
| <u>10</u> | Emissões fugitivas de combustíveis (sólido, óleo, e gás) | <u>AM0009</u> <u>AM0023</u> <u>AM0037</u> <u>AM0043</u> <u>AM0064</u> | | <u>ACM0008</u> | JQA DNV SGS TÜV- SÜD BVC Holding SAS TÜV NORD LRQA | DNV SGS TÜV-SÜD |
| <u>11</u> | Emissões fugitivas da produção e consumo de halocarbonetos e hexafluoretos de enxofre | <u>AM0001</u> <u>AM0035</u> <u>AM0065</u> | | | JQA DNV SGS TÜV- SÜD BVC Holding SAS TÜV NORD LRQA | DNV SGS TÜV-SÜD |
| <u>12</u> | Uso de solventes | | | | JQA DNV SGS TÜV- SÜD BVC Holding SAS TÜV NORD LRQA | DNV SGS TÜV-SÜD |
| <u>13</u> | Manuseio e disposição de resíduos | <u>AM0025</u> <u>AM0039</u> <u>AM0057</u> | <u>AMS-III.E.</u> <u>AMS-III.F.</u> <u>AMS-III.G.</u> <u>AMS-III.H.</u> <u>AMS-III.I.</u> <u>AMS-III.L.</u> | <u>ACM0001</u> <u>ACM0010</u> <u>ACM0014</u> | JQA DNV SGS TÜV- SÜD TÜV Rheinlan d JCI AENOR KPMG TÜV NORD LRQA | DNV SGS TÜV-SÜD |

| | | | | | | |
|-----------|---------------------------------|---|---|-------------------|---------------------------|-----------------------|
| <u>14</u> | Florestamento e Reflorestamento | <u>AM0042</u> <u>AR-AM0001</u> <u>AR-AM0002</u> <u>AR-AM0003</u> <u>AR-AM0004</u> <u>AR-AM0005</u> <u>AR-AM0006</u> <u>AR-AM0007</u> <u>AR-AM0008</u> <u>AR-AM0009</u> <u>AR-AM0010</u> | <u>AR-AMS0001</u> <u>AR-AMS0002</u> <u>AR-AMS0003</u> | <u>AR-ACM0001</u> | SGS TÜV- SÜD | |
| <u>15</u> | Agricultura | | <u>AMS-III.A.</u> <u>AMS-III.D.</u> <u>AMS-III.R.</u> | <u>ACM0010</u> | DNV SGS TÜV- SÜD | DNV SGS TÜV-SÜD |

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução 41 ANP**. 2004.

ALVES, C.T.; Torres, E. A.; Camelier, L. A. **Produção de Biodiesel a Partir de OGR em Planta Piloto**. Salvador : s.n.2008.

ANDRADE ET AL. **Viabilidade técnica e econômica para a instalação de uma microusina de extração de óleo de mamona**. Bahia - Análise e Dados. Junho de 2006, pp. 133-141, 2006.

PORTAL DO BIODIESEL. **Programa Nacional de Produção do Biodiesel**. Disponível em: < <http://www.biodiesel.gov.br>.> Acesso em: 25 de Janeiro de 2008.

PORTAL DO BIODIESEL. **Programa Nacional do Uso e Produção do Biodiesel - Selo do Combustível Social**. Disponível em:< <http://www.biodiesel.gov.br/selo.html>.>. Acesso em 23 de Maio de 2008.

BIODIESELBR. **Agriculta, Emprego e o Lado Social do Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/social/aspectos-sociais.htm>>. Acesso em 01 de Junho de 2008.

BIODIESELBR. **Biodiesel Brasil**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com.br>>. Acesso em 10 de Abril de 2008.

BIODIESELBR. **Biodiesel Mundo**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em 10 de Abril de 2008.

BOLIN,B.; DOOS, B.R. **Greenhouse Effect**. Nova Iorque (EUA),1989. 541p.

GEOGRAPHICAE. Disponível em: <<http://geographicae.wordpress.com/2007/05/08/o-efeito-de-estufa-ii/>>. Acesso em: 10 de abril de 2008.

BRASIL. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES; Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. **Efeito estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima**. Rio de Janeiro: BNDES, Departamento de Relações Institucionais, 1999. 38p.

BRASIL.MCT. **Convenção sobre Mudança do Clima**. 2ed. Brasília: MCT,2001,30p.

BRASIL.Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Protocolo de Quioto**. Artigo 3. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php>> Acesso em 11 de maio de 2008.

CARBONO BRASIL. Disponível em: <<http://www.carbonobrasil.com/news.htm?id=279004§ion=7>> Acesso: 23 de junho de 2008.

CARDOSO ET AL. **Caracterização do biodiesel metílico produzido a partir de óleo babaçu e suas misturas com o diesel de petróleo**. Biodiesel - O novo combustível do Brasil. pp. 302-307, 2006.

CARLOS, SILVIO. **Transesterificação de óleo comestível para produção do biodiesel e uso em transportes**. 2006.

CASTRO,H.F ; MENDES,A.A. ; SANTOS, J.C ; AGUIAR, C.L. **Modificação de óleos e gorduras por biotransformação**. Química Nova, pp. 146-156, 2004.

CBD – **Convention on biological diversity** - Disponível em: <<http://www.cbd.int/convention/cops.shtml>> . Acesso em: 11 de abril de 2008.

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

RIBEIRO, E. B.; QUIRINO, R. L.; RODRIGUES, J. P.; LAVICH, R. R.; IHA, O. K., AGUIAR, G. H. M.;TAVARES, A. P.; LIMA, D. G.; dos SANTOS, A. L. F.; RIBEIRO, R. A. M.; SOARES, V. C. D.,CARDOSO, É. C. V.; RASSI, F. C.; PERES, A. C.; RUBIM, J.; SUAREZ, P. **Contribuições do LMC-UnB para a Pesquisa em Biocombustíveis 2: Desenvolvimento de Processos Termo-Catalíticos para o Biodiesel**. Biodiesel - O novo combustível do Brasil, pp. 252-256, 2006.

DORNELLES, RICARDO. **Biodiesel. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.2006.

ECOLÓGICA ASSESSORIA. **Cartilha de Orientação ao Ceramista**. São Paulo. 2008. [s.n].[2007].Documento interno.

ECOSYSTEM MARKETPLACE & NEW CARBON FINANCE. **Forging a frontier: State of the Voluntary Carbon Markets 2008**. EUA. 72 p. Maio de 2008.

FERRARI, R.A; SACABIO, A. **Biodiesel de Soja - Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-químicas, e consumo em gerador de energia.** Química Nova. 2005, pp. 19-23, 2005.

FRANCO, MARCELO. **Glicerina - Um problema no biodiesel.** Programa de Pós Graduação de Química. Instituto de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

GAZZONI, D. L. 2007. **História e Biodiesel.** BiodieselBR. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/biodiesel-historia.htm>> . Acesso em 15 de maio de 2008.

HOLANDA, ARIOSTO. 2004. **Biodiesel e a Inclusão Social.** Brasília : Centro de Documentação e Informação - Coordenação de Publicações.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE -. **Climate Change 2007: Sythesis Report.** Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf> Acesso em: 10 de abril de 2008.

IPCC -INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE -. **Climate Change 2001: impacts adaptation and vulnerability.** MCCARTHY,J.J; CANZIANI, O.F; LEARY, N.A.; DOKKEN, D.J.; WHITE,K.S.(Ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 2001b. 1032p.

KACET, K.T. 2004. **Otimização da transesterificação do óleo de soja em meio alcalino.** Curitiba : s.n., 2004.

KHALIL, CARLOS NAGIB.**Economicidade e sustentabilidade do processo de produção de biodiesel.** Biodiesel e a Inclusão Social. Brasília : Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações., pp. 103 -107, 2004.

LEME,R. M; CUNHA, K. B.;WALTER, A. **Adicionalidade em projetos MDL e a Cogeração no setor sucroalcooleiro brasileiro.** AGRENER GD 2004 - UNICAMP, Campinas - SP, Brasil.

LIMA, PAULO CÉSAR RIBEIRO. **O Biodiesel e a Inclusão Social.** Brasília : Consultoria Legislativa, 2004.

MALHOTRA, N.K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001, 719p.

Marland, G.; T.A. Boden; R. J. Andres, 2003. **Global, Regional, and National CO2 Emissions**. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, TN, USA.

MIGUEZ, J.M. O Brasil e o Protocolo de Quioto. **Cenbio Notícias**, v.3, n.8, p.3, 2000.

NASCIMENTO, J. E.; NOTOYA, E. Y.; FERREIRA, M. R. **A cadeia produtiva de biodiesel e as possibilidades no mercado de carbono**. 3º Congresso Brasileiro - Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel - 29/07/2006.

NETO, MANOEL. **Produção de biodiesel no Brasil cresce geometricamente**. Biodiesel - Blog destinado a pessoas interessadas em informações sobre o biodiesel. Disponível em < <http://www.brasilbio.blogspot.com>>. Acesso em 02 de junho de 2008.

OLIVEIRA ET AL. **Biodiesel - Uma experiência de desenvolvimento sustentável**. Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais. Instituto Alberto Luis Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa em Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

PARENTE, EXPEDITO. **Biodiesel no Plural**. Biodiesel e a Inclusão Social. Brasília : s.n., 2004.

PARENTE, EXPEDITO. 2003. **Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Disponível em <<http://www.tecbio.com.br>> . Acesso em 10 de maio de 2008.

PERES, SÉRGIO. 2005. Utilização e valorização de co produtos. *Workshop Co produtos do biodiesel*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil : s.n., 31 de maio de 2005.

PIGHINELLI, A.L.M. T.; ZORZETO, T.Q. ; PARK, K.J. **Extração Mecânica de Óleo de Amendoim para a Produção de Biodiesel**. Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2008.

POINT CARBON. ROINE, K.; E. TVINNEREIM e H. HASSELKNIPPE. **Point Carbon (2008): “Carbon 2008 - Post-2012 is now”**. 5º Conferência Annual 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_dfgrt.pdf>
Acesso em 10 de junho de 2008.

ALMEIDA NETO ET AL. **Produção de biodiesel em escala piloto: Parte 3: Aspectos Ambientais.** Biodiesel-O novo combustível do Brasil, pp. 280-284. Universidade de São Paulo, 2006.

RAMOS, LUIZ PEREIRA. **Manual de Biodiesel.** Editora Edgard Blücher, 2006.

REIS, M.C.; LACHTER, E. R.; SAN, GIL. **Transesterificação do Óleo de Palma e Soja Catalisada por Ácido.** Departamento de Química Orgânica, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

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

ROBRA ET AL. 2006. **Usos alternativos para a glicerina resultante da produção do biodiesel: Parte 1- Compostagem.** Biodiesel o novo combustível do Brasil. 2006, pp. 53-57, 2007.

ROCHA, M. T. **Aquecimento Global e o Mercado de Carbono:** Uma aplicação do Modelo CERT. Piracicaba, 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003 – Universidade de São Paulo.p.6.

RODRIGUES, J. ; IHA, O.; AGUIAR, G. ; LAVICH, R. ; SANTOS, A.C. ; RUBIM, J.; SUAREZ, P. **Craqueamento de óleos vegetais para a produção de biodiesel.** Sociedade Brasileira de Química. maio de 2002, p. 1.

SANTOS, CELLY KELLY NEIVA DOS. **Metodologia do Carbono Social - Manual do Multiplicador.** Palmas : Instituto Ecológica, 2008.

Santos, J.R. **Biodiesel- O Processo de Produção.** Projeto de Pesquisa. Universidade Federal do Piauí, 2006.

SCOONES, I. 1998. **'Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis'.** IDS Working Paper 72.

SELLTIZ, C.; JAHODA, M.; DEUTSCH, M., COOK, S. M. **Métodos de pesquisa das relações sociais.** São Paulo: Herder, 1965.

SOUSA ET AL. 2005. **Potencialidade da produção de biodiesel utilizando óleos vegetais e gorduras residuais.** III Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Campinas, São Paulo, Brasil : s.n., 24 de Novembro de 2005.

SOUZA, PABLO FERNANDEZ DE MELLO E. **Metodologias de monitoramento de projetos de MDL: uma análise estrutural e funcional** [Rio de Janeiro] 2005, 102p..Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SUAREZ, PAULO. **Uso de óleo de soja na obtenção de biocombustíveis : situação atual e perspectivas.** FOROS. 2006, pp. 240-241, 2006.

UN . CEPAL .**Racionalidad Económica de los Mecanismos de Flexibilidad en el Marco del Protocolo de Quioto.**Santiago do Chile. 2000. Disponível em: <<http://www.eclac.org/prensa/noticias/comunicados/7/6147/cambioclimatico2.pdf>> Acesso em 13 de junho de 2008.

UNEP- United Nations Environment Programme.**UNEP 2003: Annual Report.** Disponível em: < <http://www.unep.org/annualreport/2003/>> . Acesso em 15 de maio de 2008.

UNFCCC. **United Nations Framework Convention on Climate Change.** Disponível em: <http://unfccc.int/essential_background/feeling_the_heat/items/2917.php>. Acesso em: 10 de abril de 2008.

WBI – WORLD BANK INSTITUTE. **State and Trends of the Carbon Market:2008.** Disponível em: < http://carbonfinance.org/docs/State___Trends--formatted_06_May_10pm.pdf. > Acesso em: 23/06/2008