



CÉZAR MENEZES ALMEIDA

**BIOCOMBUSTÍVEL: UMA ANÁLISE ECONÔMICA PARA A REGIÃO
METROPOLITANA DE SALVADOR**

ILHÉUS – BAHIA

Abril - 2002

CÉZAR MENEZES ALMEIDA

**BIOCOMBUSTÍVEL: UMA ANÁLISE ECONÔMICA PARA A REGIÃO
METROPOLITANA DE SALVADOR**

Monografia apresentada à
Universidade Estadual de Santa
Cruz, para obtenção do Grau de
Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. MSc. José Adolfo
de Almeida Neto

ILHÉUS – BAHIA

Abril - 2002

CÉZAR MENEZES ALMEIDA

**BIOCOMBUSTÍVEL: UMA ANÁLISE ECONÔMICA PARA A REGIÃO
METROPOLITANA DE SALVADOR**

Aprovada em : 02.04.2002

Comissão Julgadora:

Prof. MSc. José Adolfo de Almeida Neto – DCAA/UESC
Orientador

Profa. Dra. Mônica de Moura Pires – DCEC/UESC

Prof. Dr. Henrique Tomé da Costa Mata – DCEC/UESC

DEDICATÓRIA

A meus pais por terem ensinado a seguir meus passos, pois só assim
consegui atingir meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Antonio Zugaib pelo seu trabalho no ensino das disciplinas Monografia I e II.

Ao Prof. Hilmar Ilton, estimado Mestre e amigo, que na disciplina Economia de Recursos Naturais e Meio-Ambiente, trouxe-me o conhecimento amplo da matéria estudada. Por ter sido através dele que conheci o Prof. José Adolfo de Almeida Neto, orientador deste trabalho e, naquela oportunidade, coordenador do projeto Biocombustível na UESC.

Ao Prof. José Adolfo de Almeida Neto, a quem tenho admiração e reconhecimento pelo seu trabalho de pesquisa na UESC e pioneirismo na construção de uma planta piloto de biocombustível no Brasil. Também pela sua paciência e disposição na elaboração deste trabalho, tornando esta tarefa menos árdua do que seria sem a sua ajuda.

A Marisa Bacelar Moreira Batista, que me fez conhecer o tema desenvolvimento sustentável por meio de trabalho publicada na área, sem o qual eu não teria me dado conta de como seria importante e oportuno estudar os impactos das agressões ambientais e seus respectivos custos econômicos.

Por fim aos Professores Henrique Tomé e Mônica Pires pelo tempo dispensado na leitura do presente texto e pelas sugestões valorosas que fizeram.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	x
RESUMO.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Alternativas para o Consumo de Combustíveis Fósseis.....	4
1.2 O Potencial de Reciclagem dos Óleos e Gorduras Vegetais Resíduais no Brasil.....	6
1.3 Hipótese.....	8
1.4 Objetivos.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 A Reutilização de Óleos e Gorduras Utilizados em Frituras.....	10
2.2 O Processo de Produção do Biocombustível.....	12
2.3 A Utilização do Biocombustível em Motores Diesel.....	14
2.4 O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.....	15
2.5 Aplicações do Biocombustível e Estratégias de Mercado....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Abrangência e Área de Estudo.....	20
3.2 Dados e Fonte de Coleta.....	20
3.3 Métodos de Análise.....	21
3.3.1 Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno.....	22
3.3.2 Razão Benefício/Custo.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS	36
ANEXO A.....	40
ANEXO B.....	42
ANEXO C.....	44
ANEXO D.....	46
ANEXO E.....	56

LISTA DE TABELAS

TABELAS		Página
1	Emissões evitadas e créditos de carbono correspondentes à utilização do biocombustível em substituição ao diesel derivado de petróleo	31
2	Razão benefício/custo de uma unidade produtora do biocombustível de OGR, RMS – 2001	31
1A	Características do Biocombustível produzido e especificações do Diesel tipo C sugeridas pela ANP	41
1D	Investimento inicial para a implantação da unidade produtora de biocombustível na RMS – 2001	47
2D	Planilha de orçamento de uma unidade produtora do biocombustível, RMS – 2001	50
3D	Planilha de orçamento de uma unidade produtora do biocombustível, RMS – 2001	51
4D	Demonstrativo da receita bruta apurada de uma unidade produtora do biocombustível, RMS – 2001	52
5D	Fluxo de caixa I	52
6D	Fluxo de caixa II	52
7D	Demonstrativo da razão benefício/custo I	53
8D	Demonstrativo da razão benefício/custo II	53
9D	Demonstrativo da razão benefício/custo III	54
10D	Demonstrativo da razão benefício/custo IV	54
11D	Demonstrativo da razão benefício/custo V	55
12D	Demonstrativo da razão benefício/custo VI	55

LISTA DE QUADROS

QUADROS		Página
1	Gases-estufa comuns, origens antrópicas e participação no aquecimento global	4
2	Principais oleaginosas e seu respectivo conteúdo óleo	10
1C	Comparativo de emissão de poluentes entre Biodiesel derivado de OGR x diesel (na Alemanha)	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		Página
1	Descarte de OGR em Salvador	6
2	Esquema de funcionamento da planta piloto	12
3	Transesterificação em meio alcalino	14

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo
B/C	benefício/custo
Cal	Caloria
GEE	Gases que provocam o Efeito Estufa
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IPCC	International Panel Climate Changes
LIMS	Limpo e Isento de Material Suspenso
Mcal	Megacaloria
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MJ	Megajoule
OGR	Óleos e Gorduras Vegetais Residuais
PCI	Poder Calorífico Inferior
RMS	Região Metropolitana de Salvador
tC	Tonelada de Carbono
tCO ₂	Tonelada de dióxido Carbono
tCO ₂ eq.	Tonelada de dióxido Carbono Equivalente
TEP	Tonelada Equivalente de Petróleo
TJ	Terajoule
TJLP	Taxa de Juros ao Longo Prazo
TT	Transferência de Tecnologias poupadoras de gases poluentes
VPL	Valor Presente Líquido

BIOCOMBUSTÍVEL: UMA ANÁLISE ECONÔMICA PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR

Autor: CÉZAR MENEZES ALMEIDA

Orientador: Prof. MSc. JOSÉ ADOLFO DE ALMEIDA NETO

RESUMO

Neste estudo foi analisada a viabilidade econômica da implantação de uma unidade produtiva do biocombustível de Óleos e Gorduras Residuais (OGR), na região metropolitana de Salvador. Foram utilizados os métodos VPL e TIR para a análise de viabilidade econômica. O método da razão Benefício/Custo (B/C) foi utilizado para analisar a internalização monetária do benefício obtido com a mitigação dos Gases que provocam o Efeito Estufa (GEE). Foram previstos dois cenários para o custo de aquisição dos OGR e a receita da venda do biocombustível foi calculada com base no preço de mercado do óleo diesel. A análise demonstrou que o VPL é negativo em R\$ 1.061.653,27 no cenário 1 (R\$ 0,35/kg de OGR) e R\$ 695.026,46 no cenário 2 (R\$ 0,20/kg de OGR). A TIR não foi calculada em razão do fluxo de caixa apresentar-se negativo em todos os períodos. Para estimar o valor monetário da mitigação dos GEE, foram utilizadas projeções feitas para o mercado internacional de carbono criado com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Foram considerados três níveis para a cotação da tCO₂ eq. mitigada, US\$ 28, US\$ 60 e US\$ 100. Na análise da relação B/C foram obtidos três valores abaixo da unidade e três acima. O custo da tCO₂ eq. mitigada pela utilização do biocombustível, nos cenários 1 e 2 de aquisição dos OGR, foi de US\$ 69,76 e US\$ 40,84, respectivamente, situados abaixo do teto encontrado na literatura para alternativas de mitigação dos GEE, com viabilidade no curto prazo. Os resultados indicam que a viabilidade do projeto vincula-se a internalização dos benefícios econômicos e ambientais, gerados com a mitigação dos GEE, através da substituição parcial do diesel de petróleo pelo biocombustível.

1. INTRODUÇÃO

O estudo de alternativas de desenvolvimento integrado, aliando necessidades econômicas e preservação dos recursos naturais, tornou-se tema de relevância para a sociedade mundial neste início de milênio. O desenvolvimento econômico a qualquer custo sem a devida preocupação com os impactos causados ao meio ambiente, prática acentuada após a Revolução Industrial, já não é aceitável dentro de um contexto social que elege como prioridade o desenvolvimento sustentável¹.

A integração homem-natureza é considerada como proposta da sustentabilidade, criando um momento de transição revolucionária. Em Krause (1999, p.16) o significado do conceito de sustentabilidade extrapola uma simples definição de um modelo de desenvolvimento, mas aponta para uma nova forma de organização social: “É um projeto de sociedade alicerçado na consciência crítica do que existe e um propósito estratégico como processo de construção do futuro. Vem daí a natureza revolucionária da sustentabilidade”. Completa Krause (1999, p.17) :

“ao propor esta celebração e dialogação, aponta para uma nova filosofia da humanidade como parte da natureza e sujeita as suas regras, filosofia essa que deve substituir a visão corrente do homem afastado do restante do mundo natural e como seu senhor e dominador”.

¹ O desenvolvimento sustentável é definido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento como um modelo de desenvolvimento “que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (CMMAD, 1998).

Busca-se, então, uma nova ética para o desenvolvimento sustentável, com a participação de pensadores, principalmente, das áreas econômica, social e ambiental. As tentativas de estabelecer uma nova forma de relação entre o homem e o meio ambiente tem resultado em soluções eficientes, porém os problemas ambientais surgem com maior velocidade que estas soluções (MMA, 2001).

Dentre os problemas ambientais causados pela ação direta ou indireta do homem, destaca-se o aquecimento global do planeta. Alguns autores afirmam que a possibilidade de aquecimento da temperatura do planeta de 1°C a 3,5°C até o ano de 2100 pode, dentre outras conseqüências, provocar o aumento do nível do mar em até 95 cm (modificando a geografia de toda a área costeira), aumentar a freqüência e a intensidade de eventos climáticos como tempestades e furacões, mudar a composição das florestas, reduzir os recursos hídricos para o consumo humano e ocasionar a extinção de espécies da fauna (MATTOS, 2001).

Aponta-se o aumento da concentração dos Gases que provocam o Efeito Estufa (GEE)² na atmosfera terrestre como o agente responsável pela elevação da temperatura média global. O efeito estufa, como ficou conhecido o fenômeno, tem provocado o aquecimento do planeta e é definido como a retenção de parte do calor solar que é absorvida na superfície e atmosfera terrestre. Os raios solares penetram na atmosfera e atingem a superfície da terra, modificando suas características físicas e transformando-se em calor (CENTROCLIMA, 2001).

Matos (2001, p. 42) detalha o funcionamento desse fenômeno:

“o efeito estufa do planeta é conseqüência do balanço da energia emitida pelo Sol que é absorvida pela Terra e da energia que é refletida de volta para o espaço. O forçamento radioativo é um balanço entre a radiação solar incidente do Sol e a radiação infravermelha que sai do planeta. Sem nenhum forçamento radioativo, a radiação solar incidente que entra na Terra permaneceria aproximadamente igual à radiação infravermelha que sai do planeta. A adição de gases de efeito estufa na atmosfera aprisiona uma fração da radiação infravermelha, reirradiando esta energia de volta para a Terra e, desse modo, criando o aquecimento do planeta.”

Por causa do efeito estufa a temperatura média da Terra encontra-se 32°C acima do que estaria sem a existência deste fenômeno. Assim, o efeito estufa é

² Destacam-se como os principais componentes dos GEE: o CO₂ (dióxido de carbono); NO e N₂O (óxidos de nitrogênio); CO (monóxido de carbono); COVNM (compostos orgânicos voláteis de não metano) e o CH₄ (metano). (Muylaert, 2001)

responsável por tornar a Terra habitável, uma vez que sem a sua existência a temperatura média do planeta estaria em torno de 17°C negativos e sua superfície coberta de gelo (CENTROCLIMA, 2001). Observa-se que o efeito estufa apesar de fundamental para a existência de vida na Terra, pode, se não forem controladas as emissões antropogênicas³ de GEE, provocar mudanças climáticas danosas aos diversos ecossistemas terrestres.

Ribeiro (2001), demonstrando a importância dada ao desenvolvimento de alternativas viáveis para a mitigação dos GEE, ou seja, redução ou atenuação nas emissões, afirma que “as mudanças climáticas e seus impactos negativos têm sido debatidos em conferências internacionais, tais como a Rio-92”. Em busca de tecnologias de desenvolvimento sustentável que atinjam estes objetivos, surge, então, o conceito de ecoeficiência. Pode-se definir este conceito como um processo de produção que obtenha maior resultado com a utilização de menor quantidade de matéria-prima, gerando menores custos e menor utilização de recursos naturais. Em Almeida (1998, p.01), encontra-se o conceito de ecoeficiência, definido pelo World Business Council for Sustainable Development:

“a competitividade na produção e colocação no mercado de bens ou serviços que satisfazem às necessidades humanas, trazendo qualidade de vida, minimizando os impactos ambientais e o uso de recursos naturais, considerando o ciclo inteiro de vida da produção e reconhecendo a ‘ecocapacidade’ planetária”.

A ecoeficiência baseia-se em três pilares fundamentais e complementares: econômico, ambiental e social, conforme explica Nascimento (2001, p.01): “Uma empresa ou um processo, para serem válidos dentro dos conceitos sociais atuais, deve ser economicamente rentável, ambientalmente compatível e socialmente justo”.

A emissão de resíduos também deve considerar o conceito de ecocapacidade. A natureza possui mecanismos que eliminam os resíduos naturalmente, de forma que a emissão máxima de resíduos deve ser menor ou igual à capacidade de absorção pela natureza. Como, por exemplo, pode-se observar o caso dos GEE: se forem reduzidas as emissões, através de novas tecnologias e menor consumo, aliado ao reflorestamento de áreas desmatadas, pode-se manter ou até reduzir os níveis de estoque destes gases na atmosfera.

³Define-se como antropogênico ou antrópico o processo de transformação ambiental que conta com a presença do ser humano.

Os princípios da ecoeficiência resumem-se na utilização racionalizada de energia e recursos, em processos de produção com redução nas emissões de poluentes e baixa geração de resíduos. A estratégia consiste na obtenção de maior produção, com a utilização cada vez menor de recursos, respeitando os limites ecológicos naturais.

1.1. Alternativas para o Consumo de Combustíveis Fósseis

O setor de transportes assume um importante papel no contexto da busca de tecnologias ecoeficientes, em razão da intensiva utilização de combustíveis fósseis, gerando emissões e resíduos que provocam danos ambientais locais e globais. Localmente, destaca-se a poluição nos grandes centros urbanos, onde existe a concentração de veículos e as emissões de poluentes, como o monóxido de carbono e a fuligem, são intensificadas, gerando problemas à saúde humana e ambiental. A nível global, um dos principais problemas está nas emissões dos GEE, listados no Quadro 1 por sua participação no aquecimento global.

Quadro 1 – Gases-estufa comuns, origens antrópicas e participação no aquecimento global

Gás	Principais fontes antrópicas	Contribuição percentual para o aquecimento global
Dióxido de Carbono	Queima de combustíveis fósseis; devastação de florestas.	55
Clorofluorcarbonetos	Usos industriais; refrigeração, sprays.	24
Metano	Arrozais, fermentação, escapamento de gás.	15
Óxido Nitroso	Queima de biomassa, uso de fertilizantes, queima de combustíveis fósseis	06

Fonte: Legget apud Faladari (2001, p.34)

Dados do Ministério do Meio Ambiente indicam que no Brasil mais de 46% do total consumido de derivados de petróleo foi utilizado pelo setor de transportes, no ano de 1999. Nesse mesmo ano o setor de transportes foi responsável por cerca de 20% do consumo final de energia do país (MATTOS, 2001).

O setor de transporte, por se tratar de um dos principais consumidores de energia e, por consequência, um dos principais emissores de resíduos, deve ser encarado com prioridade na busca de alternativas para mitigação de GEE. Ribeiro apud Goldemberg (2001, p.1) aponta, dentre as soluções para reduzir a poluição atmosférica, causada pelo consumo de óleo diesel nos centros urbanos, a substituição do óleo diesel por combustíveis derivados da biomassa.

Almeida Neto⁴ pondera que “as alternativas de desenvolvimento sustentável devem ser desenvolvidas a partir de soluções que consideram as limitações e os potenciais locais”. Camargo & Krause (2001, p.9), em relação às alternativas de ecoeficiência, afirmam: “as soluções simples e baratas podem ser tão ou mais úteis e mais importantes do que as grandes obras que o Governo realiza sozinho”.

Neste contexto, foi implantado em 1998 o projeto do biocombustível na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), em parceria com a Universidade de Kassel, na Alemanha, além de outras instituições nacionais. Este projeto tem entre seus objetivos produzir um combustível (tipo diesel) utilizando, como matéria prima, óleos e gorduras vegetais residuais⁵ (OGR). Desenvolveu-se, então, uma alternativa tecnológica para reduzir o impacto destes resíduos, através da sua reciclagem, produzindo um combustível com vantagem do ponto de vista ambiental, quando comparado ao seu equivalente fóssil.

O termo biocombustível significa, de modo geral, qualquer combustível de origem da biomassa vegetal e, ou animal. Para os ésteres metílicos ou etílicos de óleos vegetais *in natura* (colza, soja, girassol, dendê, etc.) utilizam-se internacionalmente o termo biodiesel. No caso específico dos OGR, adotou-se em alguns países da Europa o termo ecodiesel (ALMEIDA NETO et al., 2000). Utiliza-

⁴ Almeida Neto, J.A. Comunicação Pessoal, 2000.

⁵ Entende-se por óleos e gorduras residuais qualquer óleo ou gordura de origem vegetal que, após o seu uso na preparação de alimentos (frituras), é descartado como resíduo (Almeida Neto et al., 2000).

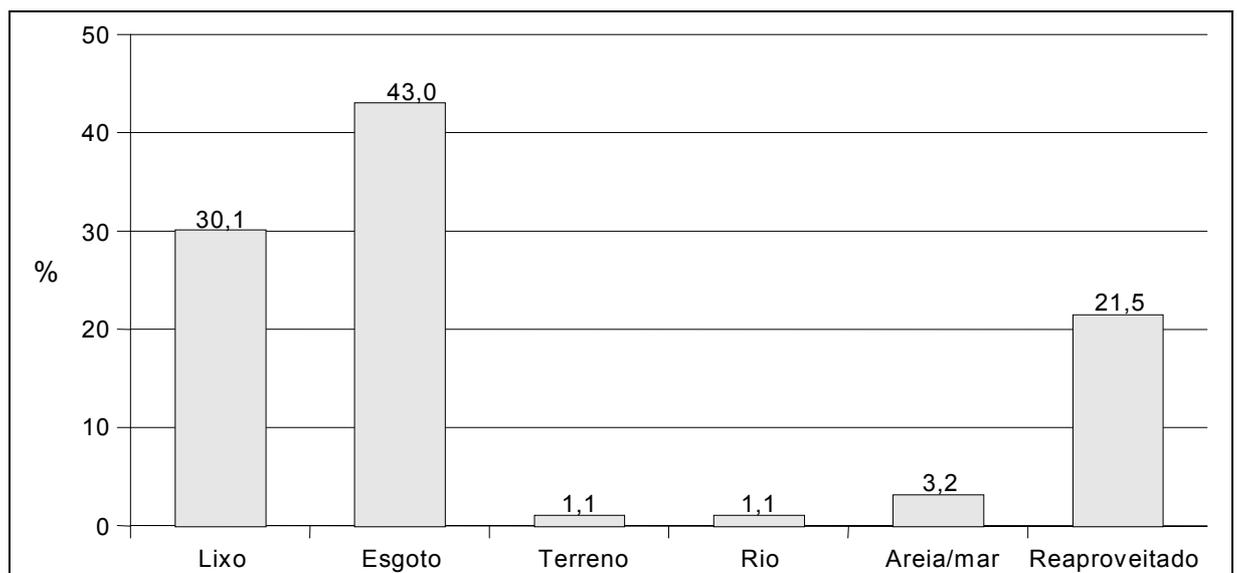
se doravante a denominação biocombustível para o éster metílico de OGR produzido na planta piloto da UESC.

A tecnologia utilizada para a produção do biocombustível foi a transesterificação. A escolha se deu por tratar da opção tecnológica que melhor aproxima as qualidades físico-químicas do biocombustível produzido em relação ao diesel.

1.2. O Potencial de Reciclagem dos Óleos e Gorduras Vegetais Residuais no Brasil

A importância da produção do biocombustível derivado de OGR pode ser identificada no potencial de reciclagem ambientalmente correta que a tecnologia estudada oferece. De forma geral os OGR têm sido despejados inadequadamente em rios e no mar. Assim, com a utilização desse resíduo para a produção de energia, evita-se esta agressão ambiental potencial.

Os OGR geralmente são depositados no meio ambiente sem nenhum tipo de tratamento. De acordo com Hirsh (2000, p.34), na cidade de Salvador, 43% destes resíduos são despejados no esgoto e cerca de 30% são depositados diretamente no lixo, conforme dados apresentados na Figura 1.



Fonte: HIRSCH, 2000

Figura 1 – Descarte de OGR em Salvador

O descarte feito diretamente no lixo implica na contaminação do solo. Por outro lado, o depósito dos OGR no esgoto pode provocar danos ambientais e econômicos. A análise em relação ao depósito dos OGR no esgoto deve ser feita em duas dimensões: os impactos causados com e sem o tratamento do esgoto. Este tipo de tratamento no Brasil ocorre em apenas 17% dos municípios. Isso significa que nos 83% restantes, os esgotos são depositados diretamente em cursos d'água ou no mar. A presença dos OGR pode dar origem à formação de bancos de lamas nos rios e contaminar as águas costeiras. Além de tornar a água inadequada para o consumo humano, também impacta a vida neste ambiente, reduzindo a sua capacidade de oxigenação. Por outro lado, em municípios onde existe o tratamento de esgoto, os óleos e gorduras se acumulam nas canalizações, formando um lodo que precisa ser removido periodicamente, aumentando os custos operacionais do tratamento (ESGOTO SANITÁRIO, 1998).

Os OGR, sendo reaproveitados, tornam o seu descarte, com ou sem o tratamento do esgoto, um desperdício de um produto que ainda possui valor econômico. Além disso, sendo um substituto potencial do óleo diesel, o biocombustível pode reduzir a emissão de gases poluidores, como por exemplo, o dióxido de carbono (CO_2), o dióxido de enxofre (SO_2), os particulados e os hidrocarbonetos (HC) em diferentes níveis, dependendo da tecnologia utilizada na combustão e da qualidade do combustível (ALMEIDA NETO et al., 2000).

O consumo do diesel no Brasil situa-se aproximadamente em 35,7 bilhões de litros, os quais lançam cerca de 70 milhões de toneladas de gás carbônico na atmosfera (ANP, 2001; CENTROCLIMA 2001). Com base nos dados preliminares do censo populacional do Brasil em 2000, indicando uma população de aproximadamente 169,6 milhões de habitantes e assumindo como 1,8 kg/a o potencial de OGR coletável *per capita*, a capacidade de produção brasileira do biocombustível é estimada em 308,6 milhões de litros/ano. Este montante corresponde a 0,86% do consumo anual de diesel no Brasil (ALMEIDA NETO et al., 2000; IBGE, 2002a).

O biocombustível de OGR, apresenta-se adicionalmente, como menos agressivo ao meio ambiente quando comparado a outros biocombustíveis, tendo em vista que na cadeia de produção deste tipo de combustível, os possíveis impactos ambientais da etapa agrícola como: erosão, desmatamento, queimadas

e contaminação de águas subterrâneas não lhe são imputados, por sua matéria-prima ter origem residual.

Nos ambientes aquáticos, cerca de 90% do biocombustível de OGR é degradável em 28 dias, enquanto o diesel de petróleo, seu potencial concorrente, só se degrada ao redor de 40% no mesmo período (UNIVERSITY OF IDAHO, 1996).

1.3. Hipótese

Como hipótese deste trabalho, admite-se que a produção do biocombustível a partir de OGR, na Região Metropolitana de Salvador (RMS), mostra-se viável economicamente e pode ser uma alternativa para reduzir os impactos ambientais provocados pela emissão dos GEE.

Essa viabilidade, é definida com propriedade por Contador (1988, p.19): “o enfoque é dito como social ou econômico quando avaliamos o projeto sob o ponto de vista da sociedade como um todo”. Rabelo (1987, p.30), considerando um estudo de viabilidade industrial, conclui que o mesmo “deve fornecer uma base técnica-econômica e comercial para uma decisão de investimento”.

A análise de viabilidade de um projeto geralmente é considerada, levando-se em conta apenas o interesse do investidor. Porém, a viabilidade e rentabilidade de qualquer projeto podem ser avaliadas por diversas óticas como a dos empresários, a do banco e agências de financiamento, a do governo, de outros empresários afetados pela realização do projeto, etc. (CONTADOR, 1988).

Seguindo estes princípios, a viabilidade pode ser analisada sob duas óticas: a primeira, observando os interesses do investidor, através da análise da produção do biocombustível como uma atividade industrial; a outra, pela ótica da sociedade, internalizando os benefícios sócio-ambientais potenciais auferidos com a utilização do biocombustível em substituição ao diesel.

Na análise de um projeto que envolve perdas ou ganhos relativos ao meio ambiente, faz-se necessário proceder a valoração destes potenciais benefícios e, ou dos custos ambientais. A adoção da valoração ambiental é ainda limitada pela ausência de procedimentos metodológicos aceitos universalmente. Procedimentos que devem evitar a subvaloração, defendida pelo setor que utiliza

os recursos naturais como matéria-prima, assim como a superavaliação, às vezes, defendida pelos ambientalistas.

1.4. Objetivos

O objetivo geral desse estudo consiste em analisar a viabilidade econômica para implantação de unidade de aproveitamento energético dos OGR na RMS.

Os objetivos específicos são:

- analisar a viabilidade econômica e financeira do projeto;
- avaliar o efeito da internalização do benefício ambiental de mitigação dos GEE obtido com a utilização do biocombustível em substituição ao diesel derivado do petróleo;
- estimar e comparar o custo da tonelada de CO₂ eq. mitigado através da substituição do diesel pelo biocombustível, considerando o disposto no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)⁶;

⁶ O MDL foi criado em dezembro de 1997, na Terceira Conferência das Partes (COP 3) da United Nations Framework Convention on Climate Change (UN/FCCC), em Quioto, Japão e através dele os países desenvolvidos podem implementar projetos de desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento, no sentido de atingir parte de seus compromissos de redução de emissões dos GEE. (MUYLEAERT, 2001)

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Reutilização de Óleos e Gorduras Usados em Frituras

Os óleos e gorduras são substâncias insolúveis em água, basicamente de origem animal e vegetal (podendo também ter origem microbiana) e tem sua formação predominante de triglicerídeos. Podem ser obtidos por diversas fontes como por exemplo algumas sementes, polpas de certos frutos e germes de alguns cereais (MORETTO & FETT, 1998). São listados no Quadro 2 as principais fontes oleaginosas, ou seja, fontes naturais que contém óleo.

Quadro 2 – Principais oleaginosas e seu respectivo conteúdo óleo

Material Oleaginoso	Conteúdo Óleo (%)
Copra	66-68
Babaçu	60-65
Gergelim	50-55
Polpa de Palma (Dendê)	45-50
Caroço de Palma	45-50
Amendoim	45-50
Colza	40-45
Girassol	35-45
Açafrão	30-35
Oliva	25-30
Algodão	18-20
Soja	18-20

Fonte: Moretto & Fett, 1998.

O consumo de gordura é importante para o organismo humano porém, tem-se debatido o efeito da dieta alimentar gordurosa no cérebro em função da ação da insulina, impedindo que o cérebro utilize a glicose, além dos malefícios causados às artérias e ao coração.

Moretto & Fett (1998, p.29) atribui duas tarefas importantes a gordura na alimentação humana:

“a) uma não específica como fornecedora de energia à ‘biossíntese’; b) uma específica como transportadora de agentes químicos orgânicos solúveis em óleo: os ácidos graxo essenciais, as vitaminas e os hormônios óleo-solúveis. A principal função conhecida da gordura é, sem dúvida, o fornecimento de energia.”

Apesar dos benefícios acima descritos e da necessidade do consumo de gordura pelo ser humano, evidencia-se ser desaconselhável o consumo direto ou indireto pelo ser humano de gorduras saturadas, tendo em vista a associação entre esse consumo e o aparecimento de distúrbios à saúde. Destaca-se, como forma de consumo indireto, a utilização de OGR na fabricação de ração animal, pois o consumo de carne de animais que utilizam esta dieta alimentar aumenta a peroxidação dos cromossomos, entre outros malefícios (COSTA NETO et al., op. cit.).

Em Costa Neto et al. (2000, p. 531), é demonstrada preocupação a respeito do consumo de gordura saturada:

“o efeito cumulativo da ingestão contínua e prolongada de compostos de maior toxicidade, como monômeros cíclicos e hidrocarbonetos poliaromáticos formados durante a fritura por imersão, deveriam ser melhor investigado em razão de suas reconhecidas propriedades carcinogênicas”.

Desta forma a utilização de OGR como combustível, apresenta-se como uma alternativa mais atraente do que o seu reaproveitamento dentro da cadeia alimentar humana.

Os OGR ainda são poucos reciclados no Brasil, na cidade de Curitiba, por exemplo, o principal destino desse resíduo ainda é o esgoto doméstico. Somente uma pequena parcela do óleo residual é utilizada para a fabricação de sabão, ração animal e massa de vidraceiro (COSTA NETO et al., 2000). Em estudos conduzidos na cidade de Salvador, observou-se que a maior parte desse resíduo é descartada no sistema de esgoto (Figura 1), demonstrando o potencial de reciclagem não aproveitado nessa região metropolitana.

2.2. O Processo de Produção do Biocombustível

O processo de produção do biocombustível, considerado nesse projeto, foi desenvolvido baseado em pesquisas conduzidas inicialmente na Universidade de Kassel, Alemanha. Utilizou-se como ponto de partida para o desenvolvimento do modelo brasileiro a planta piloto projetada e desenvolvida na Alemanha (Figura 2).

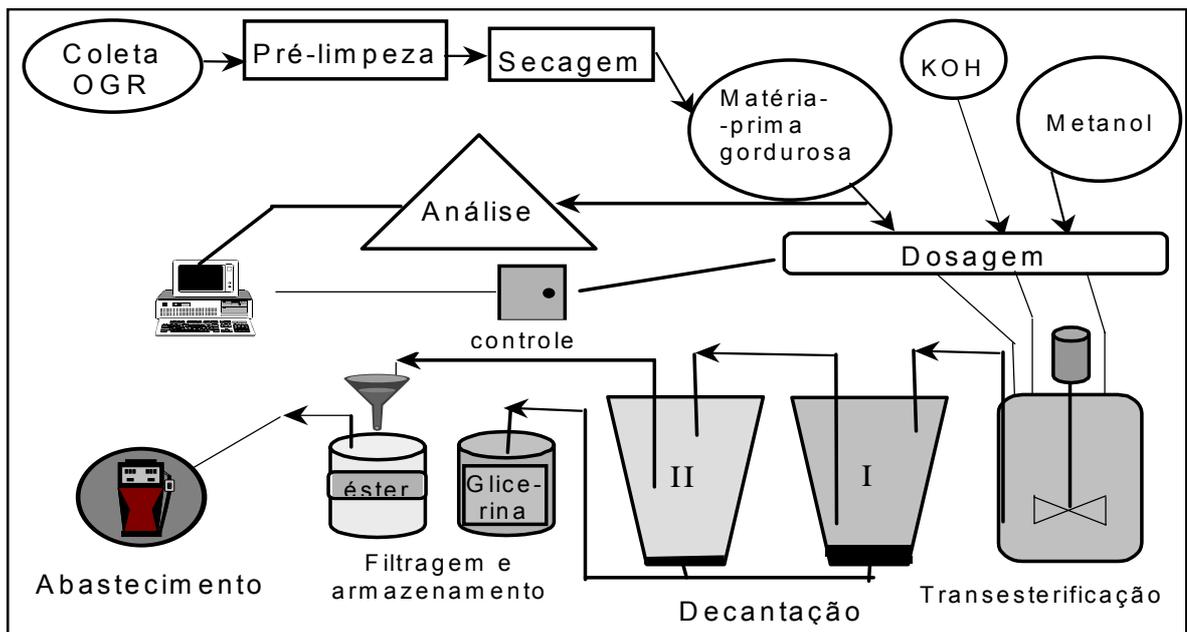


Figura 2 – Esquema de funcionamento da planta piloto.

Fonte: Almeida Neto et al., 2000.

Os procedimentos básicos descritos em Almeida Neto et al. (2000, p.6) utilizados para a produção do biocombustível são:

- recepção da matéria-prima;
- filtragem da gordura em peneira de aço inox 45 mesh;
- amostragem e análise da matéria-prima;
- determinação e dosagem da quantidade de catalisador e de metanol;
- mistura da matéria-prima com a solução catalisador + metanol;
- 1ª transesterificação: agitação constante por 45 minutos;
- decantação por 24 horas;

- retirada da mistura superior (ésteres metílicos + triglicerídeos), para 2ª transesterificação;
- determinação da quantidade de catalisador e de metanol, supondo 80% de conversão na 1ª transesterificação;
- decantação por 24 horas;
- retirada e filtração da mistura de ésteres metílicos, fase superior da decantação;
- acondicionamento em reservatórios de 1000 L.

A transesterificação, processo utilizado na produção do biocombustível de OGR na UESC, é também utilizado em projetos nos Estados Unidos e na Europa e está relacionado com a reação de uma gordura ou óleo com um álcool, obtendo-se como produtos principais ésteres de ácidos graxos e glicerina. É a tecnologia mais adequada para este tipo de produção, porque consegue os melhores resultados na aproximação das características físico-químicas do biocombustível com as do diesel (ANGGRAINI apud ALMEIDA NETO et al.,2000).

Entre os álcoois comumente usados na transesterificação, destacam-se o metanol e o etanol. Ma & Hanna (1999, p.7), analisando a produção de biodiesel nos EUA, afirmam que “o metanol e o etanol são os mais usados, especialmente o metanol por causa do seu baixo custo e suas vantagens físico-químicas”. O processo de produção do biocombustível na planta piloto da UESC utiliza o metanol e foi definido de acordo com as reações de transesterificação desenvolvidas na Universidade de Kassel⁷.

O catalisador utilizado é o hidróxido de potássio, sendo comercialmente o mais empregado, tendo em vista a sua eficácia e o seu menor custo quando comparado a catalisadores alternativos⁸.

As especificações técnicas para a matéria-prima (OGR), utilizada no processo de transesterificação alcalina a temperatura ambiente (Figura 3) determinam que ela seja livre de impurezas, tenha acidez livre e umidade baixas.

O biocombustível resultante do processo de transesterificação foi analisado em laboratório especializado e suas propriedades estão no Anexo A.

⁷ Anggraini Süss apud CRUZ, R.S., ROCHA, V.A. Determinação das Características Físico-Químicas de Azeites, Óleos e Gorduras Utilizadas no Eixo Ilhéus-Itabuna e Produção de Éster Metílico em Escala de Laboratório. 2001. 3 p. Relatório de Projeto (Projeto Biocombustível) UESC, Ilhéus. Não publicado.

⁸ Almeida Neto, J.A. Comunicação Pessoal. 2001

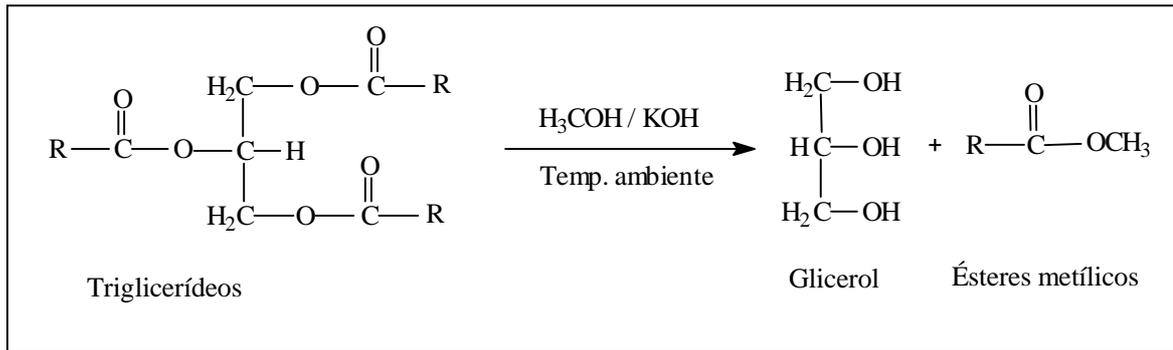


Figura 3 – Transesterificação metílica em meio alcalino

Fonte: Almeida Neto et al., 2000

2.3. A Utilização do Biocombustível em Motores Diesel

A utilização do biocombustível, por tratar-se de uma inovação tecnológica, envolve um debate em relação ao seu uso em motores diesel. Dúvidas a respeito da durabilidade do motor, desempenho e entre outras questões, são levantadas em razão desta tecnologia ainda ser pouco difundida.

Porém, encontram-se registros sobre a utilização de ésteres de ácidos graxos desde 1982, tratando-se portanto de quase 20 anos desde as primeiras experiências com este combustível, tendo sido obtidos progressos no processo de produção desde aquela data até os dias atuais (AUSTRIAN BIOFUELS INSTITUTE, 1997).

Relatório do Austrian Biofuels Institute (1997, p.6), identificou em 1997 a existência de 85 plantas de produção de biodiesel no mundo. Essas unidades possibilitaram o desenvolvimento do processo de produção e o estudo da utilização do biodiesel como combustível. Também possibilitaram que as indústrias de motores, empresas da área de combustíveis e usuários finais pudessem analisar e reconhecer o biodiesel como alternativa ao seu concorrente de origem fóssil. Grandes indústrias de motores de veículos a diesel já homologaram o uso do biodiesel, como a Audi, BMW, Iseki, John Deere, Kubota, Mercedes-Benz, Nissan, Peugeot, Renault, Same, Seat, Skoda, Valmet e Volkswagen. Empresas de comercialização de combustíveis como ELF, Hydro-

Texaco, Shell e Total também já emitiram pareceres favoráveis. Usuários finais como empresas de ônibus, frotas de táxis e proprietários de barcos, que já utilizaram este tipo de combustível, aprovaram a sua utilização (AUSTRIAN BIOFUELS INSTITUTE, 1997).

Em razão da aceitação por parte de grandes corporações que fabricam motores a diesel ou comercializam combustíveis, evidencia-se tratar de uma alternativa que, além dos seus benefícios ambientais, não se deixa superar tecnicamente pelo seu concorrente de origem fóssil.

Na Áustria e Alemanha já foram regulamentadas normas específicas para o controle de qualidade do biodiesel, enquanto em outros países, como os EUA, o processo encontra-se ainda em fase de desenvolvimento⁹ (AUSTRIAN BIOFUELS INSTITUTE, 1997).

Estudos específicos devem, todavia, ser produzidos no Brasil, assim como normas regulamentando as características físico-químicas do biocombustível e sua qualidade. Através de mecanismos de controle, como os que regulam o mercado do diesel, pode-se garantir a segurança dos potenciais consumidores do biocombustível.

2.4. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) surgiu em 1997, na Terceira Conferência das Partes (COP 3) da “United Nations Framework Convention on Climate Change”, resultado da assinatura do Protocolo de Quioto. Realizada entre os dias 1 e 11 de dezembro daquele ano, na cidade de Quioto, Japão, com a presença de mais de 160 países, as Partes da Convenção Quadro de Mudanças Climáticas (FCCC) assinaram este acordo que previa metas e prazos relativos à limitação das emissões de seis GEE: CO₂; CH₄; N₂O; HFCs e SF₆ (MUYLAERT, 2001).

⁹ Além de Áustria e Alemanha, através das normas ON C 1190 e DIN E 51606 respectivamente, destacam-se também como pioneiros nesta regulamentação a República Checa (CSN 65 6507), França (por decreto), Itália (CUNA NC 635-01) e Suécia (SS 15 54 36). Com o objetivo de criar uma norma europeia, foi criado um comitê chamado Comiten Europeen de Normalisation (CEN). (Austrian Biofuels Institute, 1997)

O protocolo prevê prazos e metas relativos à limitação das emissões dos GEE e cria um bilionário mercado potencial de negócios e projetos ambientais. O acordo contou com a assinatura de 39 países naquela oportunidade.

Contrariando a pressão internacional, os EUA não assinaram a ratificação do acordo. O Presidente George W. Bush alega que o MDL contraria os interesses das empresas de seu país. A justificativa é que os EUA apresentarão um plano próprio para redução na emissão dos GEE. A não adesão americana tem provocado reações contrárias em todas as partes do mundo, uma vez que os EUA são os maiores poluidores do planeta¹⁰.

A preocupação com os GEE tem origem de diversos estudos, conferências e relatórios de organismos internacionais publicados intensamente na última década. Estima-se que a emissão anual de dióxido de carbono, que era de 7,4 bilhões de toneladas em 1997, atinja 26 bilhões de toneladas em 2100, aumentando 3,5 vezes a quantidade de emissões no período (SILVA, 2001).

O artigo 12 desse Protocolo estabelece um novo mecanismo de cooperação, envolvendo países desenvolvidos e em desenvolvimento, o MDL. Este mecanismo obriga compulsoriamente as empresas poluidoras dos países desenvolvidos a reduzirem as emissões dos GEE e pode converter-se em recursos para projetos (de redução dos GEE) localizado em países subdesenvolvidos. Também destaca-se o incentivo a projetos de Transferência de Tecnologias poupadoras de gases poluentes (TT).

Os investimentos em sistemas de Desenvolvimento Limpo, uma vez instalados em países em desenvolvimento, podem ser convertidos em créditos de carbono e utilizados para abater parte das metas comprometidas pelas grande empresas poluidoras dos países ricos. Não obstante, elas também terão que possuir sistemas próprios de redução na emissão de gases, só podendo utilizar os créditos de carbono para parte de suas metas de despoluição.

Para Muylaert (2001, p.31) as principais características do MDL são:

“As partes do Não Anexo I deverão se beneficiar dos projetos que resultarão em certificados de emissões reduzidas (CERs); pressupõe-se a criação de um Comitê Executivo e de grupos operacionais para certificar credibilidade aos projetos, ou seja, garantir que os projetos envolvam a participação voluntária das partes, que a mitigação seja mensurável, real e de longo prazo e, ainda, que as respectivas

¹⁰ Dados citados em tabela anexo ao próprio Protocolo de Quioto atribuem aos EUA a emissão anual de 4.957.022 Gg de dióxido de carbono, correspondendo a 36,1% do total das emissões mundiais.

reduções sejam adicionais àquelas que ocorreriam na ausência do projeto; entidades privadas podem estar envolvidas; os certificados obtidos entre 2000 e 2008 podem ser usados para se atingir ao cumprimento do primeiro período de compromisso (2008/2012).”

Os Certificados de Emissões Reduzidas (CER) ou créditos de carbono, uma vez reconhecidos por instituição responsável pelo processo, serão negociados em bolsa de valores. Empresas que investirem no MDL em países desenvolvidos e precisarem completar suas quotas de redução de gases poluidores, poderão adquirir essa quantidade adicional realizando compra em bolsa de valores.

A regulamentação desse mercado no Brasil tem impulsionado diversas iniciativas, inclusive em estudos para criação de instrumentos financeiros capazes de viabilizar as transações de crédito de emissão de GEE. Weyant (1993, p. 35) estima que o custo do controle da emissão de carbono deverá atingir US\$ 15/ por tonelada de carbono evitada (tC) em dólares de 1990. O mesmo autor estima que em 2043 sejam investidos em programas de controle de emissões de carbono aproximadamente 2,5% do PIB mundial, equivalente a US\$ 2,25 trilhões de dólares de investimentos anuais. Dados de 1999 estimam que a demanda por crédito de emissões de carbono poderá atingir US\$ 20 bilhões anuais na regulamentação deste novo mercado (SILVA, 2001).

Relatório do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) sobre o mercado internacional de carbono estima que, de acordo estudos realizados pela Universidade do Colorado em conjunto com a Secretaria Executiva do Presidente, levando em consideração as condições norte-americanas, o custo da mitigação da tCO₂ eq. nos EUA varia entre US\$ 100 e US\$ 200. O mesmo relatório afirma que, na América Latina, estimativas conservadoras da CEPAL indicam que a remuneração da mitigação tCO₂ eq., em projetos inseridos no MDL, deverá ser cotada entre US\$ 10 a US\$ 60, sendo entre US\$ 10 e US\$ 20 o custo para projetos associados ao setor florestal e entre US\$ 40 a US\$ 60 para projetos na área de energia. Dentro desta perspectiva, a Associação Internacional de Energia estima que o custo médio de abatimento da tonelada de dióxido de carbono, utilizando-se do MDL, seja de US\$ 28, desde que os países em desenvolvimento estejam incluídos no mecanismo. (CEBDS, 2002)

Com base nesse mercado, várias empresas que tinham necessidade de reduzir suas emissões, já começaram a investir em projetos nos países em desenvolvimento. No Brasil já existem iniciativas deste tipo, como por exemplo o projeto implantado pela indústria de veículos Peugeot, na área de reflorestamento (ARNT, 2000).

Silva (2001, p.6) afirma que “no Brasil, o maior potencial de captação de recursos do MDL é o seqüestro de carbono por meio de reflorestamento”. Todavia, a produção e utilização do biocombustível devem ser encaradas como tecnologia passível de inclusão nos projetos do MDL, que apesar de limitada se trata de uma atividade com potencial de mitigação de GEE. A substituição de combustíveis fósseis, afirma Fearnside (1997, p.325), representa um ganho líquido proveniente do adiamento do aquecimento global. Conclui (ibid., p. 325):

“considera-se que uma tonelada de emissão de carbono evitada este ano é evitada para sempre, ainda que esse mesmo átomo de carbono no estoque do próximo ano de carvão e petróleo seja liberado para a atmosfera apenas um ano mais tarde.”

Silva (2000, p.6) afirma que no caso dos projetos de recuperação florestal, apesar de não serem financeiramente viáveis apenas com recursos previstos pelo novo mecanismo, o recurso auferido pode viabilizá-los, uma vez que já existem outras fontes de recursos.

2.5. Aplicações do Biocombustível e Estratégias de Mercado

Políticas de implementação do uso do biocombustível podem encontrar resistências tanto em razão da pouca utilização desse tipo de combustível no Brasil e no mundo, como em função da ausência de uma política ambiental governamental séria e conseqüente.

Tendo em vista a inexistência de estudos de mercado para o biocombustível de OGR, analisou-se a seguir o panorama mundial do biodiesel, considerando que ambos podem ocupar o mesmo nicho de mercado.

O biocombustível pode ser utilizado também misturado ao diesel. Esta, talvez, seja a alternativa mais viável para a implementação de um projeto deste tipo, uma vez que o percentual do biocombustível pode ir sendo aumentado

gradativamente à medida que se realizam testes, comprovando os benefícios obtidos com a sua utilização.

Na Alemanha, por exemplo, existiam em 1998 mais de 900 postos de abastecimento do biodiesel espalhados em todo o país, o que demonstra o seu potencial de mercado. A utilização deste combustível naquele país se dá em diversos mercados consumidores, como por exemplo os táxis, ônibus urbanos, empresas de construção, cooperativas agrícolas, transporte escolar, dentre outros (AUSTRIAN BIOFUELS INSTITUTE, 1997 e SAARBRÜCKER ZEITUNG, 2001). Nos EUA, estudos apontam os benefícios da utilização do biodiesel na frota federal, na atividade de mineração e na área marítima e estuária (RANESES et al., 1996).

A utilização do biodiesel no mundo, de acordo com o relatório elaborado pelo Austrian Biofuels Institute (1997, p. 6-32 passim), tem-se dado basicamente no transporte urbano das grandes cidades através de frota de ônibus, táxis e outros serviços comunitários. Observa-se também uma crescente utilização em máquinas agrícolas e no transporte marítimo.

Dados de 1997 indicam a existência de 85 plantas de produção de biodiesel no mundo. A Europa Ocidental liderava com 45, seguida da Europa Oriental com 29, América do Norte com 8 e 4 espalhadas pelo resto do mundo (AUSTRIAN BIOFUELS INSTITUTE, 1997).

No Brasil não existe uma política para a utilização do biodiesel. Todavia, iniciativas como a do Projeto Biocombustível da UESC devem dinamizar este setor, apontando para o surgimento de nichos de mercados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Abrangência e Área de Estudo

O presente estudo abrange a RMS, área geográfica constituída pela capital do estado da Bahia, Salvador, e pelos municípios de Lauro de Freitas, Simões Filho e Camaçari. O acesso principal a esta região é feito via terrestre, através das BR-324, BA-093 e BA-099 . É possível também chegar a RMS pela via aérea, utilizando-se o Aeroporto Internacional Luiz Eduardo Magalhães, ou pela ilha de Itaparica, fazendo a travessia da baía de Todos os Santos via *ferry boat* (MAPA, 2000).

De acordo com o censo demográfico do IBGE (IBGE, 2002b) a RMS tem aproximadamente 2,8 milhões de habitantes, 3.512 indústrias de transformação e uma área total de 1.337 km², sendo a mais importante região econômica e política do Estado da Bahia.

A RMS possui uma grande rede de estabelecimentos que descartam os OGR, matéria-prima da produção do biocombustível estudado. Dados de Hirsh (2000) indicam que o potencial de coleta de OGR na cidade de Salvador é de aproximadamente 6 mil t/ano.

O período de referência para o estudo está compreendido entre os meses de junho de 2000 e julho de 2001.

3.2. Dados e Fontes de Coleta

A condução desse trabalho foi feita por meio de material bibliográfico e dados secundários, obtidos nos arquivos do projeto Biocombustível na UESC.

Para efeito de determinação do preço de venda do biocombustível foi pesquisado o preço médio do óleo diesel na RMS.

Para o cálculo da amostra (n) de uma dada pesquisa, faz-se necessário conhecer a variância (S^2) e o desvio-padrão (S) da população. Não os conhecendo, deve-se substituí-los por medidas obtidas na realização de uma amostra-piloto de n' elementos (COSTA NETO, P.L.O., 1977).

Foi realizada amostra-piloto com 10 revendedores de combustível na RMS, onde se obteve os resultados descritos no Anexo E. Aplicando-se a eq.(4) do Anexo E, a amostra “ n ” da pesquisa foi definida em 10 unidades, valor igual ao pesquisado na amostra-piloto. Quando o valor S^2 é pequeno, não representando uma variação significativa, a amostra-piloto é tida como suficiente para a pesquisa. Costa Neto, P.L.O. (1977, p.78) define a questão: “se $n \leq n'$, a amostra-piloto já terá sido suficiente para a estimação”. Assim, os dados obtidos na amostra-piloto, em razão de $n = n'$, foram tidos como suficientes para a estimação do preço-médio do óleo diesel na RMS, considerando um intervalo de confiança de 99% e uma variação de R\$ 0,005 para mais ou para menos.

3.3. Métodos de Análise

O estudo da produção do biocombustível envolve aspectos econômicos e ambientais.

Na ótica econômica, analisou-se a produção do combustível em escala industrial, considerando-a como um empreendimento empresarial, onde se espera o retorno do investimento. Já na ótica ambiental, trabalhou-se com a hipótese do biocombustível ser menos poluente do que os combustíveis derivados de petróleo, contribuindo de forma positiva para a melhoria da qualidade do meio ambiente.

Sob este ponto de vista, na análise de viabilidade deste projeto foi proposta uma abordagem dupla complementar, analisando-se, por um lado, aspectos

microeconômicos da atividade produtiva, com base nos conceitos da teoria da firma e de engenharia econômica, e por outro lado, aspectos ambientais passíveis de serem incorporados na análise.

Na primeira análise, realizou-se projeção de receitas e despesas da atividade produtiva, indicando o fluxo de caixa e cronograma financeiro, para avaliar a potencialidade relativa do desenvolvimento do projeto. Posteriormente, estudou-se a avaliação dos benefícios ambientais, apontando caminhos que possam viabilizar economicamente a substituição do óleo diesel pelo biocombustível. Para isso foram internalizados ao fluxo de caixa os benefícios decorrentes da utilização do biocombustível, utilizando-se como parâmetro o disposto no MDL e como método de análise a razão benefício/custo, indicador geralmente utilizado para avaliar projetos de investimentos com ênfase na obtenção de benefícios sócio-ambientais.

3.3.1. Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno

O desenvolvimento de estudos econômicos de projetos baseia-se na realização de projeções com base em dados pesquisados. Faro (1979, p.14) afirma que “o primeiro passo será a determinação, através de estudos de engenharia econômica, de estimativas de desembolsos e receitas que ocorrerão, ao longo do tempo, caso o projeto seja levado a efeito”. Este estudo ao qual Faro se refere, chama-se “Fluxo de Caixa”.

Adotaram-se os métodos do Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) para efetuar a análise econômica.

O VPL, considerado pela maioria dos autores como o indicador mais adequado para a análise de viabilidade econômica, pode ser definido pelo somatório dos fluxos líquidos dos períodos considerados, considerando-se uma taxa de desconto.

Contador (1988, p.44) considera que o Valor Presente Líquido corresponde “a soma algébrica dos valores do fluxo de um projeto atualizados à taxa ou taxas adequadas”. Para Faro (1979, p.22) o VPL é obtido “considerando-se a taxa i , sob forma unitária, relacionada ao mesmo período que o do intervalo de tempo entre receitas consecutivas, definiremos o valor atual, na época zero, de um projeto”.

Dessa forma, observa-se que no estudo desse método a principal preocupação encontra-se em definir uma taxa “adequada” de desconto. A taxa de

desconto deve ser estabelecida de acordo a taxa real de juros praticada em empréstimos a longo prazo no mercado de capitais ou ainda a taxa real de juros paga pelo tomador. Assim a taxa de desconto refletirá o custo de oportunidade do capital, ou seja, o possível retorno sobre o mesmo volume financeiro investido em outro lugar (RABELO, 1987).

Encontram-se então as eq.(1) e eq.(2) para o Valor Presente Líquido:

$$VPL_0 = F_0 + \frac{F_1}{1+r_1} + \frac{F_2}{(1+r_1)(1+r_2)} + \frac{F_3}{(1+r_1)(1+r_2)(1+r_3)} + \dots \quad (1)$$

ou ainda:

$$VPL_0 = F_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{\prod_{j=1}^i (1+r_j)} \quad (2)$$

sendo F_i ($i=1, 2, 3, \dots$) correspondente ao fluxo líquido relativo ao período t_i ; r_i é a taxa de desconto relativa ao período t_i ; e Σ e Π representam simultaneamente o somatório e o produtório das parcelas.

Para este método utiliza-se o regime de projeção geométrica, considerando que o tempo de retorno do capital investido é o período de tempo em que as receitas nominais futuras igualem-se ao investimento inicial. Quando o valor presente líquido apresenta-se positivo indicará que o projeto é considerado viável.

O segundo método de avaliação econômica, a TIR, é a taxa de juros que anula o valor atual do investimento no projeto, isto é, é a taxa que faz que o valor da projeção das receitas futuras iguale ao custo de investimento.

A taxa interna de retorno é definida por Faro (1979, p.24) como “a taxa de juros α , real e não negativa, para a qual se verifica a relação entre a taxa de juros que anule o valor futuro em um tempo n ”.

Rabelo (1987, p. 214) considera que:

“a taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de desconto pela qual o valor presente das saídas de caixa é igual ao valor presente das entradas de caixa; de outra maneira, é a taxa pela qual o valor presente das entradas do projeto é igual ao valor presente do investimento, e o valor presente é zero.”

Em resumo a TIR é taxa que permite igualar a zero a expressão do valor presente líquido, evidenciado na eq. (3):

$$F_0 + \frac{F_1}{1+r^*} + \frac{F_2}{(1+r^*)^2} + \frac{F_3}{(1+r^*)^3} + \dots + \frac{F_n}{(1+r^*)^n} \quad (3)$$

onde $r^* = TIR$

É necessário então, para a aceitação do projeto, comparar a TIR com a taxa de atratividade, que é a menor taxa de investimento aceitável pelo capital investido. Em outras palavras, é a taxa de retorno mínima abaixo da qual o investidor não tenha interesse em investir. Será considerado o investimento atrativo se a TIR for superior a taxa de atratividade. Quanto maior for a TIR em relação a este indicador, mais rentável será o projeto (RABELO, 1987).

3.3.2. Razão Benefício/Custo

Como já evidenciado anteriormente, o biocombustível pode reduzir impactos ao meio ambiente, quando comparado ao seu concorrente fóssil. Sendo assim, ressalta-se que a análise de projetos de produção de combustíveis desta natureza justificam a internalização dos benefícios ambientais que podem ser auferidos com sua utilização.

Tendo em vista dificuldades metodológicas ainda existentes para valorar o que será economizado em função do menor impacto ambiental, adicionalmente analisa-se a relação benefício/custo.

Geralmente utilizado para análise de viabilidade de obras públicas, este método é definido pelo quociente entre o valor atual da seqüência de receitas e o da sucessão de custos. Se a razão benefício/custo exceder a unidade, o valor atual do projeto é positivo. Observa-se que quanto mais esse valor exceder a unidade, melhor será o resultado do projeto.

Duas podem ser as maneiras de se chegar ao resultado nessa abordagem. A primeira considerando no numerador o valor presente dos benefícios líquidos e no denominador o valor presente dos dispêndios com a implantação. A segunda

diz respeito a utilizar no numerador o valor presente de todas as parcelas que representam um benefício e no denominador o valor presente de todas as parcelas dos custos de implantação, recomposição e até de operação (CONTADOR, 1988).

A análise benefício/custo é dada como o somatório dos benefícios em um período “t” dividido pelo somatório dos custos no mesmo período em valores atualizados por meio de uma taxa de desconto “d” como descrito na eq. (4):

$$B/C = \frac{\sum b_t / (1+d)^t}{\sum c_t / (1+d)^t} \quad (4)$$

Analisou-se, neste estudo, a implantação de uma unidade produtiva de combustível, a qual, através de indicadores que foram encontrados em Ramos (2002), calculados com base na Teoria da Firma, possui custos de operação bastante elevados, superiores inclusive aos investimentos de implantação. Dessa forma, utiliza-se como método para cálculo a opção de considerar no numerador o somatório de todas as parcelas dos benefícios, e no denominador, o somatório dos custos, ambos em valor presente, descontados por uma taxa *t*.

Critérios para a definição dos benefícios e custos

A valoração em termos monetários dos benefícios e custos ambientais de um projeto, requer um procedimento metodológico apurado e um exercício de prognóstico. A tarefa de mensurar os benefícios ambientais envolvidos na utilização do biocombustível se enquadra neste contexto.

Apesar das limitações, esta análise vem sendo amplamente discutida em estudos ambientais, o que nos oferece diversas variáveis de análise. Encontra-se na literatura especializada mais de uma dezena de técnicas de avaliação econômica de impactos ambientais (FERNANDES & TOSTES, 2000). São métodos que vão desde a “Abordagem da Perda de Rendimentos”, os quais consideram a perda dos rendimentos pelos trabalhadores em função dos dias trabalhados por problemas de saúde causados pelos impactos ambientais, aos de

“Valoração Contingente” que se baseiam na premissa de que o consumidor irá revelar sua disposição a pagar por bens ainda não comercializados por meio de um mercado hipotético.

Considerando a própria dimensão deste estudo, torna-se mister a delimitação da análise ambiental. Optou-se, dentro dessa perspectiva, pelo método da “Abordagem do Gasto Defensivo”. Ela centraliza o estudo valorando o dano causado pela degradação ambiental por meio dos custos em que consumidores ou produtores estão dispostos a incorrer para evitar o dano. Observa-se que os benefícios e custos ambientais estão ligados diretamente com o bem-estar da sociedade.

Dentro deste enfoque, analisou-se, no ciclo de vida do biocombustível¹¹, o potencial de redução da emissão dos GEE, através da substituição do diesel, pelo biocombustível derivado de OGR. Este indicador foi escolhido pela sua atualidade e relevância na vida das atuais e futuras gerações, que poderão ter sua existência comprometida em função dos efeitos de eventuais mudanças climáticas na superfície do globo.

Daily & Ehrlich apud Fearnside (1997, p. 326) discutem as dificuldades de se mensurar benefícios ambientais em projetos de desenvolvimento sustentável e apontam possíveis impactos sócio-ambientais provocados pelo aquecimento global:

“A questão de como o valor deve ser atribuído aos danos do aquecimento global é controvertida, em grande parte porque não envolve apenas perdas financeiras. Os impactos do aquecimento global não se restringem à danificação das economias de alguns países ricos, mesmo que isto constitua uma motivação importante atrás da vontade das nações industrializadas para investir em medidas de mitigação em todo o mundo, inclusive a manutenção de florestas tropicais. Os efeitos do aquecimento global também serão sentidos cada vez que uma tempestade tropical chegar às planícies lamacentas de Bangladesh ou uma seca atingir áreas da África já propensas à fome. Milhões de pessoas estão ameaçadas de mortes horríveis ao longo do próximo século em consequência do aquecimento global. “

Acordo que prevê, dentre outras diretrizes, um compromisso na redução da emissão de GEE, o Protocolo de Quioto implementa um novo mecanismo auxiliar na redução destas emissões: o MDL. Idealizado na ECO 92, realizada no Rio de Janeiro, este acordo vem sendo negociado e discutido desde 1997.

¹¹ Ciclo de vida neste caso refere-se a todo o ciclo do combustível, desde a sua produção até o seu consumo final.

De acordo com os princípios estabelecidos, os países ditos industrializados (maiores emissores dos GEE) podem investir em projetos para sua redução e, ou para o “seqüestro de carbono”¹² em economias subdesenvolvidas e em desenvolvimento, obtendo assim créditos de emissão carbono. Isto, é claro, deve ser implementado aliado à uma política interna de redução das emissões, ou mesmo, de seqüestro de carbono.

Toda esta movimentação a respeito do MDL tem trazido resultados práticos, através de investimentos em projetos de redução na emissão e de seqüestro de gases, e a valoração dos créditos de emissão de carbono vem sendo estimada por organismos internacionais ligados ao programa (MUYLAERT, 2000).

Existem várias técnicas passíveis de serem incluídas no MDL, como por exemplo o seqüestro de carbono na atividade de reflorestamento e a produção de álcool combustível a partir da cana-de-açúcar. Contudo, estes projetos esbarram na questão física da existência de terras e água disponíveis para a produção agro-florestal, em concorrência com outros usos, como a produção de alimentos.

O biocombustível de OGR apresenta vantagens neste aspecto, na medida em que é um material residual, descartado após o seu uso na preparação de alimentos. A abordagem proposta baseou-se na mensuração monetária dos potenciais benefícios proporcionados pelo biodiesel na redução da poluição atmosférica, considerando esta alternativa como passível de inclusão no mercado de carbono, criado com o MDL.

¹² São projetos que se destinam a retirar da atmosfera GEE através da fixação do carbono, via fotossíntese, na forma de biomassa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar a viabilidade da substituição de combustíveis, é necessário observar o princípio da equivalência energética. Anggraini Süss (1999) calcula que o biocombustível possui aproximadamente 91,69% do poder calorífico em relação ao seu concorrente de origem fóssil, ou seja, um litro de biocombustível substitui 0,9169 litro de óleo diesel derivado de petróleo. Tomando como base esta relação de equivalência, o preço de venda do biocombustível, para que o mesmo se torne competitivo, deve apresentar-se com um desconto de 8,31% (100% - 91,69%) em relação ao preço do diesel. Qualquer desconto menor do que esse, proporcionaria prejuízo financeiro ao consumidor ou dependeria da disposição do mesmo em pagar mais, com o objetivo de evitar um dano ambiental futuro.

Com base nos dados obtidos com pesquisa de campo, realizada na RMS em julho de 2001, estimou-se que o preço médio do litro do óleo diesel comum era de R\$ 0,840¹³. Aplicando o desconto para atingir a equivalência com o óleo diesel (8,31%), o preço de venda para o biocombustível foi fixado em R\$ 0,77/litro.

Os dados do investimento para a montagem da planta foram calculados fundamentando-se com base na Teoria da Firma e obtidos em Ramos (2002), ajustando-se o valor de aquisição do terreno para a realidade do mercado imobiliário da RMS (Tabela 1D). A taxa de desconto utilizada foi baseada na Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) de julho/2001 (COAD, 2001), indicador utilizado

¹³ Ver Anexo E.

por instituições financeiras para o financiamento de investimentos de capital, correspondendo a uma taxa nominal de 9,50% a.a., equivalente a uma taxa efetiva de 9,92 % a.a. O horizonte de análise foi definido em 12 anos, definido com base na vida útil da planta, instalações e, principalmente, da tecnologia adotada.

Foram estimados dois custos para a aquisição dos OGR, dependendo da opção adotada para a aquisição dos mesmos. O primeiro foi definido em R\$ 0,35/Kg, com a compra feita de fornecedores que já coletam essa matéria-prima na RMS. O outro valor considerado foi de R\$ 0,20/Kg. Nesta hipótese a aquisição de OGR deverá ser realizada diretamente pela indústria, através de um sistema próprio de coleta junto a estabelecimentos selecionados que produzem este resíduo.

Em ambos os casos o VPL apresentou-se negativo. No fluxo de caixa 1 obteve-se um valor negativo de R\$ 1.061.653,27 (Tabela 5D) e no fluxo da caixa 2 o VPL encontrado foi negativo em R\$ 695.026,46 (Tabela 6D).

Os fluxos de caixa se apresentaram negativos em todos os anos da análise, inviabilizando o cálculo da TIR, em razão das próprias restrições metodológicas deste indicador de investimentos. Essa sucessão de resultados negativos também permite afirmar que, independente da taxa de desconto utilizada, o VPL apresentar-se-á negativo, mesmo que exista alta volatilidade na taxa, tanto para baixo, quanto para cima.

Uma análise baseada somente neste fator de decisão, consideraria inviável este projeto. Ross, Westerfield & Jordan definem a questão: “Um investimento deve ser aceito se o valor presente líquido é positivo, e rejeitado se é negativo.” Além de apresentar um VPL negativo, no projeto não é feita apropriação de impostos no fluxo de caixa, na expectativa que sejam concedidos benefícios fiscais (como por exemplo a isenção de impostos), em razão das vantagens ambientais previstas. Ou, não existindo a possibilidade desta isenção, que o produtor utilize totalmente a capacidade produtiva da unidade em sua própria frota de veículos ou máquinas.

Foi realizada a ampliação da análise de viabilidade, sob a hipótese de ser o biocombustível uma alternativa viável para a redução da emissão dos GEE. Incorporou-se, então, na análise o indicador benefício/custo, com a internalização

de benefícios ambientais, limitados neste caso aos benefícios advindos com a redução da emissão dos GEE, medidos em toneladas de CO₂ eq.¹⁴

Considerando a densidade do biocombustível de 0,885 Kg/litro¹⁵, a produção anual de 373.824 litros/ano (Tabela 4D) corresponderá a 330,8 t/ano, utilizando 100% da capacidade de produção instalada. Aplicando-se o fator de equivalência energética considerado entre os dois combustíveis, tem-se que esta produção poderá substituir 303,31 t/ano de óleo diesel.

Utilizando-se os coeficientes e índices calculados no Anexo B, estima-se que o óleo diesel emite na atmosfera, para cada tonelada queimada, a quantidade de 2,95 t de CO₂ eq. de origem fóssil. Já o biocombustível emite em média apenas 16% desse valor, correspondendo a uma economia de 84% nas emissões de GEE, conforme dados apresentados no Anexo C. Baseado nestes valores, calcula-se que a utilização da produção da unidade em substituição ao diesel proporcionará uma redução correspondente a 751,6 tCO₂ eq./ano.

Para a valoração econômica do benefício ambiental, multiplicou-se a emissão evitada pelo valor de mercado previsto para a tonelada de carbono. Foram utilizadas três cotações para a tonelada de carbono. O valor de US\$ 28 foi o primeiro patamar considerado em razão de ter sido definido como preço médio da cotação da tCO₂ eq. mitigada pela Associação Internacional de Energia (IEA apud CEBDS, 2002). A segunda cotação utilizado foi no valor de US\$ 60 por ser considerada pela CEPAL, em estimativa conservadora, como limite superior para projetos de mitigação de CO₂ eq. na área de energia na América Latina. Utilizou-se também, como nível máximo da cotação da tCO₂ eq. mitigada para esta análise, o valor de US\$ 100 considerado teto inferior do custo da mitigação de GEE nos EUA (CEBDS, 2002). Combinando as três cotações citadas da tCO₂ eq. com os dois patamares de custo da aquisição dos OGR, foram obtidos seis cenários na análise.

¹⁴ Para efeito de equivalência a indicação dos gases que provocam o efeito estufa é comumente feita em CO₂ eq.

¹⁵ Dados obtidos a partir da análise do biocombustível realizada no Instituto Nacional de Tecnologia (INT) do Rio de Janeiro em abril de 2000 e citados em: CRUZ, R.S., ROCHA, V.A. Determinação das Características Físico-Químicas de Azeites, Óleos e Gorduras Utilizadas no Eixo Ilhéus-Itabuna e Produção de Éster Metílico em Escala de Laboratório. 2001. 3 p. Relatório de Projeto (Projeto Biocombustível) UESC, Ilhéus. Não publicado.

Os valores dos benefícios anuais oriundos dos créditos de carbono e internalizados ao fluxo de caixa foram R\$ R\$ 53.683,18, R\$ 115.035,39 e R\$ 191.725,64, para a tCO₂ eq. cotada a US\$ 28, US\$ 60 e US\$ 100, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 – Emissões evitadas e créditos de carbono correspondentes à utilização do biocombustível em substituição ao diesel derivado de petróleo

Emissões Evitadas (ano em tCO ₂ eq.)	Créditos de Carbono (R\$/ano)*		
	Cotação da tCO ₂ eq.		
	US\$ 28	US\$ 60	US\$ 100
751,6	53.683,18	115.035,39	191.725,64

Fonte: Dados da pesquisa.

*Conversão feita com base na cotação do dólar comercial americano do dia 31/08/01, correspondente a R\$ 2,5509/1US\$, obtida no site do Banco Central do Brasil (www.bancocentral.gov.br).

Os resultados obtidos na Tabela 2, síntese dos dados do Anexo D, demonstram que, dos seis cenários analisados, os resultados da razão benefício/custo apresentaram-se viáveis em três deles. Esta viabilidade ocorreu quando os preços da tCO₂ eq. foram estimados nos níveis de US\$ 60 e US\$ 100, sendo que para a cotação de US\$ 60/tCO₂ eq., o resultado apresentou-se positivo considerando o custo de aquisição dos OGR no valor de R\$ 0,20/kg.

Tabela 2 – Razão benefício/custo de uma unidade produtora do biocombustível de OGR, RMS - 2001

Custo dos OGR (R\$/kg)	Razão Benefício/Custo		
	Cotação da tCO ₂ eq.		
	US\$ 28	US\$ 60	US\$ 100
0,35	0,76	0,90	1,07
0,20	0,87	1,03	1,22

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da estimativa de custo de mitigação de tCO₂ eq. através desta alternativa energética, foi feita através da divisão entre a quantidade potencial de tCO₂ eq. mitigada por ano evitada e o valores dos fluxos de caixa. Os valores dos fluxos de caixa, utilizando-se capacidade de produção total, nos dois cenários para o custo de aquisição de OGR, são negativos em R\$ 133.742,48 (Tabela 5D) e em R\$ 78.302,48 (Tabela 6D). Realizando a divisão entre estes valores e a quantidade evitada de tCO₂ eq./ano, foram obtidos os resultado de R\$ 177,94 e R\$ 104,18, os quais convertidos para o dólar comercial americano¹⁶, correspondem a US\$ 69,76 e US\$ 40,84 respectivamente.

Em Anggraini Süß (1999, p.160) foi calculado o valor de US\$ 69,90¹⁷ para o custo de redução da tonelada de CO₂ eq. com a substituição do diesel pelo biocombustível (ecodiesel) na Alemanha, indicando que o custo de mitigação na Alemanha, onde já existe um mercado estabelecido para os OGR, está próximo ao custo calculado para o cenário de maior custo da matéria-prima gordurosa.

Considerando o teto superior de US\$ 116,50, proposto em Anggraini Süß (1999, p.160), para tecnologias minimizadoras dos GEE, viáveis de implementação no curto prazo, conclui-se que a opção de aproveitamento dos OGR para produção de um combustível substituto para o diesel de petróleo, é uma opção viável já no curto prazo.

¹⁶ Conversão feita com base na cotação do dólar comercial americano do dia 31/08/01, correspondente a R\$ 2,5509/US\$(<http://www.bancocentral.gov.br>, acesso em 01 set. 2001.)

¹⁷ Conversão feita com base na cotação do marco alemão do dia 31/08/01, correspondente a R\$ 1,18876/DM, obtida no site do Banco Central do Brasil (www.bancocentral.gov.br).

5. CONCLUSÃO

Na ausência da internalização de benefícios ambientais e definindo-se o preço de venda do biocombustível pelo preço de mercado do diesel (com uma redução de 8,31% em função da equivalência energética) de acordo com a ótica do investidor, a tecnologia de produção do biocombustível de OGR é inviável financeiramente no curto prazo¹⁸.

No entanto, foi observado que, ao incluir a receita do benefício ambiental resultante da mitigação dos GEE, calculada com base nos parâmetros previstos pelo MDL, a implementação da tecnologia proposta mostrou-se viável na relação benefício/custo em três cenários, entre os seis analisados. Ressalta-se que, o custo máximo obtido nesta análise para a tCO₂ eq. mitigada, no valor aproximado de US\$ 70,00, é considerado viável no curto prazo se comparado com dados obtidos na literatura para implantação de projetos na área de energia.

Existem estimativas menos conservadoras para a cotação da tCO₂ que as utilizadas neste estudo, as quais consideram uma maior disposição da sociedade em investir nos projetos de mitigação dos GEE. Elas prevêm que o custo da tCO₂ eq. mitigada poderá atingir, na próxima década, cotação superior ao valor de US\$ 100, teto máximo utilizado na análise. Esta mudança provocaria alterações

¹⁸ Ressalta-se que este resultado foi encontrado em razão do período estudado e dos indicadores utilizados, como p.ex. cotação dólar, preço óleo diesel no mercado interno e cotação da tC no mercador internacional de carbono criado a partir do MDL, podendo ser alterado a partir de mudanças nestes indicadores.

positivas nos resultados obtidos uma vez que, neste caso, todos os cenários analisados apresentariam viabilidade pela razão benefício/custo.

Os subprodutos da fabricação do biocombustível, se reaproveitados, podem gerar uma receita adicional. A internalização dessa receita ao fluxo de caixa pode ocasionar uma alteração positiva nos indicadores de viabilidade. Como exemplo tem-se a glicerina, subproduto que possui valor comercial e pode ser utilizado na produção de adubos (rica em potássio), na indústria de sabão, ou mesmo purificado para o aproveitamento na indústria cosmética. Também pode-se incorporar o valor residual do ativo permanente à receita do último ano de operação, com influência positiva nos resultados em favor do biocombustível.

Além da venda de subprodutos, pode-se melhorar os indicadores de viabilidade do projeto através da internalização dos benefícios gerados ao sistema de tratamento de esgoto. A coleta e reaproveitamento dos OGR beneficia esse sistema em função da redução do volume de resíduos que serão manipulados. A redução deste volume pode gerar uma diminuição nos custos operacionais do tratamento, os quais podem ser revertidos como receita adicional da fabricação do biocombustível ou serem utilizados para reduzir o valor do custo de aquisição dos OGR.

Por outro lado, é importante ressaltar que não fizeram parte dos custos operacionais, nesta análise, os valores referentes a incidência de impostos e contribuições. A atividade foi considerada isenta de tributação em virtude dos potenciais benefícios ambientais que podem ser auferidos na utilização do biocombustível.

A implantação de uma unidade produtora de biocombustível poderá proporcionar, além do benefício ambiental associado à mitigação de CO₂ eq., já internalizado na análise, outros benefícios ambientais potenciais. Como por exemplo, podem ser objeto de análise futura a redução dos gases que provocam a chuva ácida, a biodegradabilidade no meio ambiente, a redução de poluentes, como os particulados, emitidos com a queima de combustíveis fósseis e a influência desses gases na saúde humana, entre outros aspectos.

Experiência em outros países demonstram que, apesar de se tratar uma tecnologia recente, existem diversos nichos de mercado para combustíveis ecoeficientes. Deve-se, portanto, adequar a necessidade regional com a

capacidade produtiva e os interesses de conservação ambiental e economia de recursos naturais.

Na RMS, especificamente, a utilização do biocombustível poderá ser incentivada no transporte marítimo na baía de Todos os Santos (*ferry boat*, lanchas e outras embarcações movidas a diesel), nos ônibus urbanos, nas frotas de táxis e na frota municipal, principalmente nos caminhões de coleta de lixo. A utilização no transporte marítimo, em razão dos benefícios ao meio ambiente, poderá ser inserida no projeto Bahia Azul¹⁹.

Diante dos resultados obtidos nesta análise e dos benefícios ambientais potenciais pesquisados na literatura, tem-se o biocombustível, nos seus aspectos de produção e utilização, como uma alternativa energética ecoeficiente, passível de inclusão no MDL e em outros projetos de desenvolvimento sustentável.

¹⁹ O projeto Bahia Azul é um conjunto de ações de saneamento e meio ambiente, executado pelo Governo do Estado da Bahia, com o intuito de reduzir a degradação ambiental na baía de Todos os Santos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, J.A.; NASCIMENTO, J.C.; SAMPAIO, L.A.G.; CHIAPETTI, J.; GRAMACHO, R.S.; SOUZA, C.N.; ROCHA, V.A. Projeto Bio-Combustível: Processamento de Óleos e Gorduras Vegetais *in natura* e Residuais em Combustíveis Tipo Diesel. In: AGRENER - Encontro de Energia no Meio Rural, 2, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: NIPE/UNICAMP, 2000.

ALMEIDA, R.O. A Ecoeficiência e as Empresas no Terceiro Milênio. **Perspectivas**. set. 1998, Revista Tendências do Trabalho. Disponível em: <www.perspectivas.com.br/leitura/18c.htm> Acesso em: 28 out. 2001.

ANGGRAINI SÜSS, A.A. **Wiederverwertung von gebrauchten Speiseölen/ -fetten im energetisch- technischen Bereich**: Ein Verfahren und dessen Bewertung. Tese (doutorado) - Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 15 – Umwelttechnik. N° 219. Düsseldorf: Ed. VDI Verlag GmbH, 1999, 210 pp.

ANP. Diesel: Emissões. In: SEMINÁRIO: BIODIESEL, 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: AEA, 2001. p. 193.

ARNT, R. Seqüestro Legal. **Revista Exame**, São Paulo, ano 34, n. 21, p. 98-106, 18 out. 2000.

AUSTRIAN BIOFUELS INSTITUTE. **Biodiesel – Documentation of the World-Wide Status**. Wieselburg, Austria: International Energy Agency (IEA), 1997. 32 p.

CAMARGO, A.; KRAUSE, G. Integrando as Políticas de Gestão dos Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Resíduos Sólidos. In: Programa de Ensino a Distância Gestor Municipal, Mod. III, 2001, Brasília. **Material de apoio à teleconferência...** Brasília: ITN/FGV Consulting, 2001.

CEBDS. Mercado de Carbono. **CEBDS**, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.cebds.com/mclimaticas/publicacoes/m-carbono.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2002.

CENTROCLIMA. **O EFEITO ESTUFA**. Centroclima - Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. Disponível em: <www.centroclima.org.br/efeito_estufa.htm>. Acesso em: 20 out. 2001.

CENTROCLIMA. **PROJETOS**: Homologação de Biodiesel de Óleos Vegetais. Centroclima - Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. Disponível em: <http://www.centroclima.org.br/projetos_biodiesel.htm>. Acesso em: 20 out. 2001.

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1998.

COAD. Principais Índices e Valores: Indicadores. **Calendário Mensal das Obrigações**. Rio de Janeiro: COAD, out. 2001. Mensal.

COELHO, S.T.; PALETA, C.E.M.; FREITAS, M.A.V. (eds) **Medidas Mitigadoras para a Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Geração Termelétrica**. Brasília: Ed. Dupligráfica, 2000. 222 p.

CONTADOR, C.R. **Avaliação Social de Projetos**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 1988.

COSTA NETO, P.L.O. **Estatística**. São Paulo: Edgar Blücher, 1977. 264 p.

COSTA NETO, P.R.; ROSSI, L.F.S.; ZAGONEL, G.F.; RAMOS, L.P. **Produção de Biocombustível Alternativo ao Oleo Diesel Através da Transesterificação de Óleo de Soja Usado em Frituras**. São Paulo: Quim. Nova, vol 23, no. 4, p. 531-537, Ago. 2000.

ESGOTO SANITÁRIO e meio ambiente. Viçosa, MG: CPT – Centro de Produções Técnicas, 1998. 1 fita de vídeo (30 min), VHS, son., color..

EXAME. Brasil em Exame 2001. São Paulo: Abril, v.751, n. 21. out. 2001.106 p. Edição especial.

FALADARI, G. **Limites do Desenvolvimento Sustentável**, Campinas, SP: Editora da UNICAMP, São Paulo: Imprensa Oficial, 2001. 221 p.

FARO, C. **Elementos de Engenharia Econômica**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 1979.

FEARNSIDE, P.M. Serviços Ambientais como Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável na Amazônia Rual. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. Recife: Cortez, 1997. p. 314-344

FERNANDES, E.L.; TOSTES, M.M. **Avaliação Econômica de Impacto Ambiental**. Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

GOLDEMBERG, J. Transporte Sustentável: alternativas para ônibus urbanos. **Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.centroclima.org.br/ler.htm>> . Acesso em: 04 mar. 2002.

HIRSCH, D. **Projektarbeit: Evaluation des Einsatzes einer Wiederverwertungs-und Umesterungsanlage von Altfett zu Treibstoff in Salvador da Bahia, Brasilien**. Monografia (graduação). Witzhausen: Universidade de Kassel, 2000. 44 p.

IBGE. Censo Demográfico 2000 – Resultados do Universo. **IBGE**, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ibge.net/ibge/estatistica/populacao/censo2000/Tabelabrasil111.shtm>>. Acesso em: 18 mar. 2002a.

IBGE. IBGE: Cidades@. **IBGE**, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.net/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 04 abr. 2002b.

KRAUSE, G. Prefácio. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. 2ª ed. Recife: Cortez, 1999. p. 9-13

MA, F.; HANNA, M.A. **Biodiesel Production: a Review**. Bioresource Technology, n. 70, p. 1-15, 1999.

MAPA Estado da Bahia: Político, Rodoviário e Escolar. Osasco: Geograf Didática Ltda, 2000.

MATTOS, L.B.R. **A Importância do Setor de Transportes na Emissão de Gases do Efeito Estufa – O Caso do Município do Rio de Janeiro**. 2001. 179 p. Tese (Mestrado Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COOPE. Rio de Janeiro.

MMA. **Ética Para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília. MMA - Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/ascom/imprensa/linkinfor.cfm?idl=1265&idin=356&alin=1>. Acesso em: 28 out. 2001.

MUYLAERT, M.S. (coord.) **Consumo de Energia e Aquecimento do Planeta**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2001. 257 p.

MORETTO, E. ; FETT, Eliane. Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos. São Paulo : Ed. Varela, 1998. 150p

NASCIMENTO, C.A.M. **Em busca da Ecoeficiência**. Disponível em: <<http://read.adm.ufrgs.br/read15/artigo/artigo5.htm>> . Acesso em: 28 out. 2001. **RABELO, A.N.B. (trad). Manual de Preparação de Estudos de Viabilidade Industrial**. São Paulo: Atlas, 1987.

RAMOS, L.M.A. **Viabilidade Financeira de Unidade Produtora de Biocombustível na Região Ilhéus-Itabuna, Bahia**. 2002. Monografia

(Bacharelado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus.

RANESES, A.R.; GLASER, L.K.; PRICE, M.J. **Potential Niche Fuel Markets for Biodiesel and Their Effects on Agriculture**. In: OFFICE OF TRANSPORTATION TECHNOLOGIES/U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. Industrial Uses of Agricultural Materials – Situation and Outlook Report. 1996, 4 p.

RIBEIRO, M. A. Gestão Integrada de Recursos Naturais Mudanças Climáticas e Seu Controle. **Jornal do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.jornal-do-meio-ambiente.com.br/paginas /txtimportante/importanteindex.htm>> . Acesso em: 25 nov. 2001.

ROSS, S.A.; WESTERFILD, R.W.; JORDAN, B. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Atlas, 1997.

SAABRÜCKER ZEITUNG. **BIO-DIESEL**: Saarland hinkt hinterher. Saarbrücken. Disponível em: <<http://www.sz-newsline.de/rueckblick2000/april/zgz018.htm>>. Acesso em: 01 out. 2001.

SILVA, O.C.; STELLA, O.; VARKULYA JR.; A. COELHO, S.T. **Potencial de Mitigação de Gases Estufa pela Indústria de Óleo de Palma Visando a Captação de Recursos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**. São Paulo: CENBIO, 2001.

UNIVERSITY OF IDAHO. **Ethyl Ester Process Scale-up and Biodegradability of Biodiesel**. Final Report 303. Moscow, Idaho: Department of Biological and Agricultural Engineering. August, 1996.

WEYANT, J. P. **Coast of Reducing Global Carbon Emissions**. Journal of Economic Perspectives, vol 7, no. 4, 1993, p. 27-46.

ANEXO A

Tabela 1A – Características do Biocombustível produzido e especificações do Diesel tipo C sugeridas pela ANP

DETERMINAÇÕES	BIOCOMBUSTÍVEL (UESC)	DIESEL TIPO C (ANP)
Aspecto	LIMS	LIMS
Teor de enxofre (%m/m)	Não detectado	Max. 0,30
Destilação temp. 50% rec(°C)	335,0 ± 0,5	245-310
Destilação temp. 85% rec(°C)	343,0 ± 0,5	Max 360
Resíduo de C nos 10% finais de destilação (%m/m)	2,21 ± 0,10	Max 0,25
Teor de cinzas (%m/m)	0,01	Max. 0,02
Corrosividade 3 h a 50°C	1A	Max. 2
Densidade 20/4°C (g mL ⁻¹)	0,89	0,82-0,88
Viscosidade 40°C(mm ² s ⁻¹)	5,66	1,60-6,00
Água e sedimentos (v/v)	< 0,05	Max. 0,05
Poder Calorífico Inf. (MJKg ⁻¹)	39,15	-
Índice de cetano	52,0	Min. 45
Teor de metanol (%m/m)	0,49	
Teor de carbono (%m/m)	76,51 ± 0,19	
Teor de hidrogênio (%m/m)	12,62 ± 0,03	
Teor de oxigênio (%m/m)	10,76 ± 0,05	

Fonte: CRUZ, Rosenira S., ROCHA, Valeria A. Determinação das Características Físico-Químicas de Azeites, Óleos e Gorduras Utilizadas no Eixo Ilhéus-Itabuna e Produção de Éster Metílico em Escala de Laboratório. Relatório de Projeto. (Não publicado)

ANEXO B

Conversão dos coeficientes de emissão de carbono de tC/TJ para tC/TEP

Coeficiente	Valor
1TJ	22,1296 TEP
PCI _{diesel}	42,7 MJ/Kg
Densidade _{diesel}	0,85 kg/l

Relação C - CO₂ é de aprox. 3,67
 12 g de C correspondem a 44 g de CO₂
 1tC corresponde a 3,67 tCO₂

Gás Natural - 15,2 (tC/TJ) / 22,1296 (TEP/TJ) = 0,6869 (tC/TEP)
 Petróleo - 20,0 (tC/TJ) / 22,1296 (TEP/TJ) = 0,9038 (tC/TEP)

FONTES	tC/TJ (IPCC)	tC/TEP	tCO ₂ /TEP (* 3,67)
Gás Natural	15,2	0,6869	2,5208
Petróleo	20,0	0,9038	3,3169
Diesel	-	0,8460	3,1048

Fonte: Muylaert, 2001 e Anggraini Süss, 1999

Cálculo da emissão de CO₂ eq. por t de óleo diesel

- Unidades de energia:

42,7 MJ/Kg → 4,27 x 10⁴ MJ/t diesel

1 cal = 4,18 J

1 J = 0,24 cal

TEP (diesel) = 10,8 x 10⁹ (4,18 J)

TEP (diesel) = 4,514 x 10¹⁰ J

TEP (diesel) = 4,514 x 10⁴ MJ

- Cálculo:

3,1 tCO₂ eq./TEP(diesel) → 3,1 tCO₂ eq./ 4,514 x 10⁴ MJ → 0,69 x 10⁴ tCO₂ eq./MJ

Para uma tonelada de diesel temos que 4,27 x 10⁴ x (0,69 x 10⁴) tCO₂ eq./t diesel

→ **2,95 tCO₂ eq./ t queimada de diesel**

ANEXO C

Quadro 1C – Comparativo de emissão de poluentes entre Biodiesel derivado de OGR x diesel (na Alemanha)

Combustível	CO₂ equivalente	SO₂ equivalente
Biodiesel	16,0%	33,0%
Diesel	100,0%	100,0%

Notas:

1) Onde CO₂ equivalente tem impacto no aquecimento global (efeito estufa) e SO₂ equivalente tem impacto na acidificação da água e do solo (chuva ácida).

2) CO₂ equivalente inclui outros gases além do CO₂ p.p dito como: CH₄ (metano), N₂O, etc. e SO₂ equivalente inclui outros gases além do SO₂ p.p dito como: NO, NO₂, etc.

Fonte: Anggraini Süss, 1999

ANEXO D

TABELA 1D – Investimento inicial para a implantação da unidade produtora de biocombustível na RMS – 2001

1.1. Terreno

Unid.	Descrição	Vlr. Unitário (R\$)	Total (R\$)
m2	Terreno com 2000 m2	20,00	40.000,00
Total			40.000,00

1.2. Obras de terraplanagem

Unid.	Descrição	Vlr. Unitário (R\$)	Total (R\$)
h	Terraplanagem - 4 horas	75,00	300,00
Total			300,00

1.3. Equipamentos de Processo

Quant.	Equipamentos	Vlr. Unitário (R\$)	Total (R\$)
1	Reator em aço carbono (1000L)	3.450,00	3.450,00
1	Reator em aço carbono (200L)	1.780,00	1.780,00
3	Células de carga (100 Kq)	785,00	2.355,00
3	Células de carga (500 Kq)	802,00	2.406,00
2	Motores Elétricos contra Explosão	594,00	1.188,00
2	Caixa de Redução	274,00	548,00
9	Válvulas Solenóides	162,40	1.461,60
8	Válvulas Pneumáticas	600,00	4.800,00
1	Bomba de Duplo Diafragma	1.296,66	1.296,66
1	Compressor de Ar (100L)	670,00	670,00
1	Bomba Centrifuga	2.200,00	2.200,00
1	Conj. De Filtros de Óleo (c/ bomba)	1.415,50	1.415,50
1	Painel de Controle (c/ computador)	4.500,00	4.500,00
10	Bombonas em Polietileno 250L (s/ palets)	40,00	400,00
10	Bombonas em Polietileno 1000L (s/ palets)	400,00	4.000,00
10	Paletes 1x1m	150,00	1.500,00
1	Bomba de Engrenagem	1.860,00	1.860,00
1	Filtro e manômetro	1.415,00	1.415,00
1	Tanque p/ filtração grossa (1000L.)	2.850,00	2.850,00
1	Tubos e Conexões	1.069,60	1.069,60
1	Mangeiras	191,34	191,34
Total			41.356,70

Tabela 1D - Cont.

1.4. Equipamentos Auxiliares

Unid.	Equipamentos	Preço Unit.	Total (R\$)
1	Sirene	40,00	40,00
1	Balança Eletrônica (capac. 15Kq)	785,00	785,00
28	Baldes (50L)	54,30	1.520,40
2	Peneiras de Inox	80,00	160,00
1	Carro Transportador de Paletes	680,00	680,00
Total			3.185,40

1.5. Móveis e Utensílios

Quant.	Móveis	Preço	Total (R\$)
1	Mesa	243,00	243,00
2	Cadeiras Giratórias	60,00	120,00
2	Cadeiras	24,00	48,00
1	Armário de Aço	203,00	203,00
1	Fichário de Aço	164,00	164,00
1	Mesa p/ Computador	60,00	60,00
1	Estante de Aço	38,00	38,00
1	Lixeira	8,00	8,00
1	Ar Condicionado	550,00	550,00
1	Frigobar	400,00	400,00
1	Linha Telefônica	56,00	56,00
1	Aparelho Telefônico	30,00	30,00
1	Computador	1.500,00	1.500,00
Total			3.420,00

1.6. Montagem e Instalações

Unid.	Descrição	Vlr. Unitário (R\$)	Total (R\$)
1	15% dos itens item 1.3. e 1.4.	6.681,32	6.681,32
Total			6.681,32

1.7. Obras Civas

Unid.	Descrição	Vlr. Unitário (R\$)	Total (R\$)
m2	Área para planta e escritório = 228 m2	280,00	63.840,00
Total			63.840,00

Tabela 1D - Cont.

RESUMO	Total (R\$)
1.1. Terreno	40.000,00
1.2. Obras de terraplanagem	300,00
1.3. Equipamentos de Processo	41.356,70
1.4. Equipamentos Auxiliares	3.185,40
1.5. Móveis e Utensílios	3.420,00
1.6. Montagem e Instalações	6.681,32
1.7. Obras Cíveis	63.840,00
Total Geral	158.783,42

Fonte: Ramos, 2002 e Dados da Pesquisa.

Tabela 2D – Planilha de orçamento de uma unidade produtora do biocombustível, RMS – 2001*

Preço da Gordura Residual R\$ 0,35 / Kg

Operações	Unidade	R\$/Unid.	Quant.	R\$/Total	Valores em R\$											
					Ano 0	Ano 1**	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11
1. Instalação				158.783,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1. Terreno	m2	20,00	2000	40.000,00												
1.2. Obras de terra planagem	horas	75,00	4	300,00												
1.3. Equip. do processo	---	---	---	41.366,70												
1.4. Equip. auxiliares	---	---	---	3.105,40												
1.5. Móveis e Utensílios	---	---	---	3.420,00												
1.6. Montagem e instalações	---	---	---	6.681,32												
1.7. Obras civis	m2	280,00	228	63.840,00												
2. Mão-de-obra					33.360,00											
2.1. Gerente Administrativo	Mensal	1.200,00	12	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00
2.2. Técnico Operacional	Mensal	800,00	12	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00
2.3. Tec. Operac. (ajudante)	Mensal	600,00	12	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00
2.4. Fasteiros	Mensal	180,00	12	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00
3. Insumos				252.459,45	336.612,60											
3.1. Gordura Residual	Kg/ano	0,35	369.600	97.020,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00	129.360,00
3.2. Metanol	Litro/ano	1,60	68.300	83.160,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00
3.3. Hidróxido de Potássio	Kg/ano	16,80	5.676	71.517,60	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80
3.4. Energia	Mensal	84,65	12	761,88	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80
4. Gastos Gerais				5.992,67	6.892,67											
4.1. Água	Mensal	148,68	12	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16
4.2. Material de limpeza	---	---	---	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57
4.3. Análise Químico	Diária	15,00	264	2.970,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00
4.4. Peças de Reposição	---	---	---	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34
4.5. Energia	Mensal	80,00	12	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
5. Encargos Gerais				44.722,29												
5.1. Encargos Sociais	Mensal	---	12	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29
5.2. Depreciação	---	---	---	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72
5.3. Seguros	---	---	---	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33
5.4. Outras despesas	---	---	---	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64
5.5. Juros sobre capit. invest.	---	6,00%	---	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82
5.6. Impostos	---	3,00%	---	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50
Total Geral Anual				158.783,42	336.443,81	421.586,96										
Valor Residual					111.646,70	104.889,59	97.973,27	91.136,56	84.299,84	77.463,12	70.626,41	63.789,69	56.952,97	50.116,26	43.279,54	36.442,83

* Capacidade de Produção, 1.416 litros/dia

** Foi considerado 25% de capacidade ociosa no Ano 1

Fonte: Ramos, 2002 e Dados da Pesquisa.

Tabela 3D – Planilha de orçamento de uma unidade produtora do biocombustível, RMS – 2001*

Preço da Gordura Residual R\$ 0,20 / Kg

Operações	Unidade	R\$/Unid.	Quant.	R\$/Total	Valores em R\$											
					Ano 0	Ano 1**	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11
1. Instalação				158.783,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.1. Terreno	m2	20,00	2000	40.000,00												
1.2. Obras de terra planagem	horas	75,00	4	300,00												
1.3. Equip. do processo	---	---	---	41.366,70												
1.4. Equip. auxiliares	---	---	---	3.105,40												
1.5. Móveis e Utensílios	---	---	---	3.420,00												
1.6. Montagem e instalações	---	---	---	6.681,32												
1.7. Obras civis	m2	280,00	228	63.840,00												
2. Mão-de-obra					33.360,00											
2.1. Gerente Administrativo2	Mensal	1.200,00	12	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00	14.400,00
2.2. Técnico Operacional	Mensal	800,00	12	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00	9.600,00
2.3. Tec. Operac. (ajudante)	Mensal	600,00	12	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00
2.4. Fasteiros	Mensal	180,00	12	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00	2.160,00
3. Insumos				210.875,45	281.172,60											
3.1. Gordura Residual	Kg/ano	0,20	369.600	55.440,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00	73.920,00
3.2. Metanol	Litro/ano	1,60	68.300	83.160,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00	110.880,00
3.3. Hidróxido de Potássio	Kg/ano	16,80	5.676	71.517,60	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80	95.356,80
3.4. Energia	Mensal	84,65	12	761,85	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80	1.015,80
4. Gastos Gerais				5.992,67	6.892,67											
4.1. Água	Mensal	148,68	12	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16	1.784,16
4.2. Material de limpeza	---	---	---	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57	252,57
4.3. Análise Químico	Diária	15,00	254	2.970,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00	3.960,00
4.4. Peças de Reposição	---	---	---	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34	295,34
4.5. Energia	Mensal	80,00	12	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
5. Encargos Gerais				44.722,29												
5.1. Encargos Sociais	Mensal	---	12	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29	21.819,29
5.2. Depreciação	---	---	---	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72	6.836,72
5.3. Seguros	---	---	---	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33	732,33
5.4. Outras despesas	---	---	---	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64	757,64
5.5. Juros sobre capit. invest.	---	6,00%	---	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82	9.812,82
5.6. Impostos	---	3,00%	---	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50	4.763,50
Total Geral Anual				158.783,42	294.863,81	366.146,96										
Valor Residual					111.646,70	104.895,59	97.973,27	91.136,56	84.299,84	77.463,12	70.626,41	63.789,69	56.952,97	50.116,26	43.279,54	36.442,83

* Capacidade de Produção, 1.416 litros/dia

** Foi considerado 25% de capacidade ociosa no Ano 1

Fonte: Ramos, 2002 e Dados da Pesquisa.

Tabela 4D - Demonstrativo da receita bruta apurada de uma unidade produtora de biocombustível, RMS – 2001

Demonstrativo da Capacidade Produtiva

Capacidade de Produção diária (em litros)	1.416
Dias por mês:	22
Capacidade de Produção Mensal(1.416*22):	31.152
Meses por ano:	12
Capacidade de Produção Anual (em litros)	373.824

Valores em R\$

	Quant.	Preço Unit.(R\$)	Ano 1*	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
Venda biocombustível	373.824	0,77	215.883,36	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48
Receita Total			215.883,36	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48

* Capacidade excessiva de 25% no Ano 1

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 5D - Fluxo de caixa I

Preço da Gordura Residual	R\$ 0,35 / Kg
---------------------------	---------------

Valores em R\$

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
Entradas - Tabela 4		215.883,36	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48
Saídas - Tabela 2	158.783,42	336.443,81	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96
Fluxo de Caixa 1	-158.783,42	-120.560,45	-133.742,48										

TAXA DE DESCONTO (TJLP EFETIVA)	9,92% a.a.
---------------------------------	------------

VPL	-1.061.653,27
-----	---------------

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 6D - Fluxo de caixa II

Preço da Gordura Residual	R\$ 0,28 / Kg
---------------------------	---------------

Valores em R\$

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
Entradas - Tabela 4		215.883,36	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48	287.844,48
Saídas - Tabela 3	158.783,42	294.863,81	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96
Fluxo de Caixa 2	-158.783,42	-78.980,45	-78.302,48										

TAXA DE DESCONTO	9,92% a.a.
------------------	------------

VPL	-695.826,46
-----	-------------

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 7D - Demonstrativo da razão benefício/custo I

Preço da Gordura Residual	R\$ 0,35 / Kg
---------------------------	---------------

Cotação CO ₂ , eq	US\$ 28,08
------------------------------	------------

Taxa de Desconto	9,92% a.a.
------------------	------------

	valores em R\$												
	Ano 0	Ano 1*	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
1. Benefícios	0,00	256.145,75	341.527,66										
1.1. Receita Industrial	0,00	215.683,36	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48
1.2. Créditos de Carbono	0,00	40.262,39	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18
2. Custos	158.783,42	336.443,81	421.586,96										
2.1. Saídas (Total Geral Anual - Tabela 2.0)	158.783,42	336.443,81	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96

Valor presente dos benefícios	2.258.536,33
-------------------------------	--------------

Valor presente dos custos	2.965.179,70
---------------------------	--------------

Razão benefício/custo	0,76
------------------------------	-------------

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 8D - Demonstrativo da razão benefício/custo II

Preço da Gordura Residual	R\$ 0,28 / Kg
---------------------------	---------------

Cotação CO ₂ , eq	US\$ 28,08
------------------------------	------------

Taxa de Desconto	9,92% a.a.
------------------	------------

	valores em R\$												
	Ano 0	Ano 1*	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
1. Benefícios	0,00	256.145,75	341.527,66										
1.1. Receita Industrial	0,00	215.683,36	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48
1.2. Créditos de Carbono	0,00	40.262,39	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18	53.683,18
2. Custos	158.783,42	294.863,81	366.146,96										
2.1. Saídas (Total Geral Anual - Tabela 3.0)	158.783,42	294.863,81	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96

Valor presente dos benefícios	2.258.536,33
-------------------------------	--------------

Valor presente dos custos	2.698.552,89
---------------------------	--------------

Razão benefício/custo	0,87
------------------------------	-------------

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 9D - Demonstrativo da razão benefício/custo III

Preço da Gordura Residual	R\$ 0,35 / Kg
---------------------------	---------------

Cotação CO ₂ , eq	US\$ 60,00
------------------------------	------------

Taxa de Desconto	9,92% a.a.
------------------	------------

	valores em R\$												
	Ano 0	Ano 1*	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
1. Benefícios	0,00	302.159,96	402.879,87										
1.1. Receita Industrial	0,00	215.883,36	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48
1.2. Créditos de Carbono	0,00	86.276,54	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39
2. Custos	158.783,42	336.443,81	421.586,96										
2.1. Saídas (Total Geral Anual - Tabela 2.0)	158.783,42	336.443,81	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96

Valor presente dos benefícios	2.664.259,81
-------------------------------	--------------

Valor presente dos custos	2.965.179,70
---------------------------	--------------

Razão benefício/custo	0,90
------------------------------	-------------

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 10D - Demonstrativo da razão benefício/custo IV

Preço da Gordura Residual	R\$ 0,28 / Kg
---------------------------	---------------

Cotação CO ₂ , eq	US\$ 60,00
------------------------------	------------

Taxa de Desconto	9,92% a.a.
------------------	------------

	valores em R\$												
	Ano 0	Ano 1*	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
1. Benefícios	0,00	302.159,96	402.879,87										
1.1. Receita Industrial	0,00	215.883,36	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48
1.2. Créditos de Carbono	0,00	86.276,54	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39	115.035,39
2. Custos	158.783,42	294.863,81	366.146,96										
2.1. Saídas (Total Geral Anual - Tabela 3.0)	158.783,42	294.863,81	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96

Valor presente dos benefícios	2.664.259,81
-------------------------------	--------------

Valor presente dos custos	2.698.552,89
---------------------------	--------------

Razão benefício/custo	1,03
------------------------------	-------------

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 11D - Demonstrativo da razão benefício/custo V

Preço da Gordura Residual	R\$ 0,35 / Kg
---------------------------	---------------

Cotação CO ₂ , eq	US\$ 100,00
------------------------------	-------------

Taxa de Desconto	9,92% a.a.
------------------	------------

	valores em R\$												
	Ano 0	Ano 1*	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
1. Benefícios	0,00	359.677,59	479.570,12										
1.1. Receita Industrial	0,00	215.883,36	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48
1.2. Créditos de Carbono	0,00	143.794,23	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64
2. Custos	158.783,42	336.443,81	421.586,96										
2.1. Saídas (Total Geral Anual - Tabela 2.0)	158.783,42	336.443,81	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96	421.586,96

Valor presente dos benefícios	3.171.415,34
-------------------------------	--------------

Valor presente dos custos	2.965.179,70
---------------------------	--------------

Razão benefício/custo	1,07
------------------------------	-------------

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 12D - Demonstrativo da razão benefício/custo VI

Preço da Gordura Residual	R\$ 0,28 / Kg
---------------------------	---------------

Cotação CO ₂ , eq	US\$ 100,00
------------------------------	-------------

Taxa de Desconto	9,92% a.a.
------------------	------------

	valores em R\$												
	Ano 0	Ano 1*	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12
1. Benefícios	0,00	359.677,59	479.570,12										
1.1. Receita Industrial	0,00	215.883,36	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48	267.844,48
1.2. Créditos de Carbono	0,00	143.794,23	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64	191.725,64
2. Custos	158.783,42	294.863,81	366.146,96										
2.1. Saídas (Total Geral Anual - Tabela 3.0)	158.783,42	294.863,81	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96	366.146,96

Valor presente dos benefícios	3.171.415,34
-------------------------------	--------------

Valor presente dos custos	2.698.552,89
---------------------------	--------------

Razão benefício/custo	1,22
------------------------------	-------------

Fonte: Dados da Pesquisa

ANEXO E

Cálculo da média (ξ), variância (S^2) e desvio-padrão (S) da amostra-piloto, pesquisa do preço do óleo diesel – RMS, 2001

$$n' = 10$$

Tabela 1 - Distribuição das frequências

x_i	f_i	$x_i f_i$	$x_i - \xi$	$(x_i - \xi)^2$
0,830	1	0,830	-0,01	0,0001
0,840	8	6,720	0,00	0,0000
0,850	1	0,850	0,01	0,0001
Σ	10	8,400	-	0,0002

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i f_i}{n'} = \frac{8,400}{10} = 0,840 \quad (1)$$

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n' - 1} = \frac{0,0002}{9} = 0,000022 \quad (2)$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0,000022} = 0,00469 \quad (3)$$

onde n' é a quantidade de elementos da amostra-piloto e x_i o valor do preço do óleo diesel na RMS (em R\$, julho/2001).

Fonte: Costa Neto, P.L.O., 1977 e Dados da Pesquisa.

Cálculo da amostra (n) estimada através do desvio-padrão (S) obtido por amostra-piloto, pesquisa do preço do óleo diesel – RMS, 2001

$$\alpha = 1\%$$

Precisão = R\$ 0,005

$$n = \left(\frac{t_{n'-1, \alpha/2} S}{e_o} \right)^2 = \left(\frac{t_{9, 0,025} \cdot 0,00469}{0,005} \right)^2 = \left(\frac{3,25 \cdot 0,00469}{0,005} \right)^2 = 9,29030 \cong 10 \quad (4)$$

onde α = a probabilidade de erro;

$t_{n'-1, \alpha/2}$ = t de Student para $v=9$ e $\alpha/2=0,5\%$;

e_o = semi-amplitude do intervalo de confiança, que corresponde a precisão da estimativa desejada ou erro máximo que deseja-se cometer com a confiança dada.

Fonte: Costa Neto, P.L.O., 1977 e Dados da Pesquisa.

Modelo questionário para pesquisa do preço do óleo diesel – RMS, 2001**Questionário**

Pesquisa: preço do óleo diesel na RMS em julho/2001

Data: ___/___/_____.

Nome do Revendedor de Combustível (Posto): _____
_____.

Bandeira da Distribuidora: _____.

Preço do óleo diesel comum à vista (utilizar três casas decimais) : R\$ _____.