

UFT

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE**

KEILE APARECIDA BERALDO MAGALHÃES

**ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DE
ETANOL DE BATATA-DOCE NO MUNICÍPIO DE PALMAS - TO.**

**PALMAS - TO
2007**

KEILE APARECIDA BERALDO MAGALHÃES

**ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DE ETANOL DE
BATATA-DOCE NO MUNICÍPIO DE PALMAS - TO.**

Dissertação apresenta como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ciências do Ambiente, Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Fundação Universidade Federal do Tocantins.

Orientador: Prof. Márcio Antônio da Silveira

**PALMAS
2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Palmas

M188a Magalhães, Keile Aparecida Beraldo
Análise da sustentabilidade da cadeia produtiva de etanol de batata-doce no município de Palmas-TO. Keile Aparecida Beraldo Magalhães. Palmas, TO, 2007. 121 f.

Orientador: Márcio Antônio da Silveira
Dissertação de Mestrado - Fundação Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente.

1.Sustentabilidade 2. Biocombustível 3. Análise custo - benefício 4. Etanol de batata-doce. I. Silveira, Marcio Antônio da. II. Fundação Universidade Federal do Tocantins. Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente. III. Título.

CDU 504

Bibliotecário: Paulo Roberto Moreira de Almeida
CRB-2 / 1118

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

TERMO DE APROVAÇÃO

KEILE APARECIDA BERALDO MAGALHÃES

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DE ETANOL DE BATATA-DOCE NO MUNICÍPIO DE PALMAS - TO.

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, da Universidade Federal do Tocantins, pela seguinte banca examinadora:

Presidente:

Prof. Dr. Márcio Antonio da Silveira - UFT

Prof. Dr. Waldecy Rodrigues - UFT

Profa. Dra. Denise Gomes Alves - UFT

Prof. Dr. Adriano Firmino V. de Araújo - UFT

DEDICATÓRIA

A Karine e Betinho

Ofereço,
Aos pequenos produtores, que buscam alternativas de
sustentabilidade na agricultura familiar.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade de vivenciar e superar os difíceis momentos que me levaram ao crescimento

A Mãe de Jesus que sempre atende a todos

Ao prof. Marcio Antônio da Silveira pelas orientações e a confiança no trabalho

Ao prof. Waldecy Rodrigues pelos conselhos e a amizade

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente

Aos meus pais Irene e Oclecídio, por terem me ensinado a viver

Ao meu esposo Luiz pela compreensão e companheirismo

A Capes pela bolsa oferecida durante o curso

A equipe LASPER, Wesley, Iane, Fabiano, Lucas, Luiz, Fabio, Helen, Gilberto

Aos meus companheiros de todas as horas Mariusz, Aracélio, Veruska, Rosa e Cátia

A equipe do Laboratório de Saneamento e Profa. Liliana

A equipe Propesq - UFT

A Livian, Gislaine e Sílvia do Núcleo de Gestão da UFT

A Michele Araújo Secretária Acadêmica do Programa

A Professora Dra. Rosy Mary pelas correções

Aos Diretores da Empresa Alumisert Bioenergia Srs. Raul e João pelos dados fornecidos

A todos que colaboraram para tornar este trabalho um pouco menos imperfeito

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS E TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS E GRAFICOS	x
LISTA DE ABREVEATURAS E LISTA DE SIGLAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 ASPECTOS TÉCNICOS DA PRODUÇÃO DE ETANOL	4
2.1.1 Fontes renováveis de energia	4
2.1.2 Fontes alternativas de matéria-prima para o álcool	5
2.1.3 Produção de etanol a partir da batata-doce [<i>Ipomoea Batatas (L.) Lam</i>]	7
2.2 ASPECTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE ETANOL	11
2.2.1 Problemas ambientais das usinas de etanol	14
2.3 ASPECTOS ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO DO ETANOL	16
2.3.1 A produção do álcool no mundo e no Brasil	16
2.4 O AGRONEGÓCIO DA BATATA-DOCE	22
2.4.1 Custos para a produção do etanol	24
2.4.2 A comercialização do etanol	26
2.5 ASPECTOS SOCIAIS DA PRODUÇÃO DO ETANOL	27
2.6 TEORIA MICROECONOMICA APLICADA A ANALISE SOCIAL DE INVESTIMENTOS	30
2.6.1 Custos de Produção	30
2.6.1.1 Custos de Produção a Curto Prazo (CP)	30
2.6.1.2 Custos de Produção a Longo Prazo	33
2.6.2 Teoria das Externalidades	34
2.6.2.1 Medição de Externalidades Ambientais Técnicas de Valoração	37
2.6.2.2 Método Custo Reposição e suas aplicações na produção de etanol	40
2.7 CUSTOS E BENEFICIOS AMBIENTAIS	42
2.8 EXTERNALIDADES E CUSTOS AMBIENTAIS DAS QUEIMADAS	43
2.9 ANALISE CUSTO BENEFÍCIO SOCIAL	45
3. MATERIAIS E METODOS	51
3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	51
3.2. MÉTODOS	52
3.3. ANALISE DE VIABILIDADE	52
3.3.1 Fluxos de Caixa	54
3.3.2 Relação Benefício - Custo (B/C)	54
3.3.3 Valor Presente Líquido (VPL)	55
3.3.4 Taxa Interna de Retorno	56
3.3.5 Pay-back	56
3.3.6 Os cálculos para avaliação socioeconômica do projeto	57
3.4 DETERMINAÇÃO DO CUSTO-REPOSIÇÃO	57
3.5 TRATAMENTO DOS DADOS	58
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
4.1 ANALISE CUSTO - BENEFICIO SOCIAL: PRODUÇÃO PRIMÁRIA DE BATATA-DOCE X CANA-DE-AÇUCAR	59

4.2 ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO SOCIAL: PRODUÇÃO DO ETANOL A PARTIR DA BATATA-DOCE X CANA-DE-AÇÚCAR	70
4.2.1 Usinas de etanol a partir da batata-doce	75
4.2.2 Usinas de etanol a partir da cana-de-açúcar	78
4.2.3 Comparação custo-benefício social entre usinas de etanol: batata-doce X cana-de-açúcar	78
4.3 Análise custo-benefício social da cadeia produtiva do etanol a partir da batata-doce e cana-de-açúcar	89
5. CONCLUSÃO	93
5.1 Recomendações	94
6.REFERÊNCIAS	95
ANEXOS	101

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 2.2.1 Características do vinhoto da batata-doce	11
Tabela 2.2.1.1 Composição química do vinhoto da cana-de-açúcar	12
Quadro 2.2.2.1 Produtos e insumos utilizados no processo de produção de açúcar e etanol de cana-de-açúcar	15
Tabela 2.3.1 Oferta Mundial de álcool em bilhões de litros anos	20
Tabela 2.4.1 Preço para comercialização e produção do álcool de 2003 a 2006	25
Quadro 2.5.1 Salário médio pago pela indústria canavieira	29
Quadro 2.8 Emissão de poluente na queima de um hectare da cana-de-açúcar	45
Tabela 4.1 Custo de produção de um hectare de batata-doce no município de Palmas – TO	60
Tabela 4.1.1 Custo médio de produção de um hectare de cana-de-açúcar entre os anos 2003/2005	62
Quadro 4.1.2 Custos totais com a produção de cana-de-açúcar e batata-doce por hectare	63
Tabela 4.1.3 Análise dos custos e benefícios privados para a produção de batata-doce e cana-de-açúcar em hectare/ano	64
Quadro 4.1.4 Impactos sociais do cultivo de um hectare de cana-de-açúcar e da batata-doce	65
Tabela 4.1.5 Análise dos custos – benefícios sociais para produção de batata-doce e cana-de-açúcar em um hectare/ano	66
Tabela 4.1.6 Análise dos custos – benefícios ambientais para produção de batata-doce e cana-de-açúcar em um hectare ano	68
Tabela 4.1.7 Economia das usinas nos custos de matéria-prima com a produção direta da cana	69
Tabela 4.1.8 Produtividade da batata-doce e cana-de-açúcar por hectare, toneladas e litros	70
Tabela 4.2.1 Investimento fixo a realizar para implantação das quatro mini-usinas de etanol de batata-doce a serem analisadas	72
Tabela 4.2.2 Estimativa do demonstrativo de resultados das mini-usinas de etanol a partir da batata-doce considerando a produção e venda de álcool carburante a R\$ 0,94/litro em um ano	73
Tabela 4.2.2.1 Estimativa do demonstrativo de resultados das mini-usinas de etanol a partir da batata-doce considerando a produção e venda de álcool fino a R\$	74

1,60/litro em um ano	
Tabela 4.2.4 Cumulativa dos custos que ocorrem em cada ramo da cadeia produtiva canavieira	76
Tabela 4.2.4.1 Custo de instalação de uma usina básica de açúcar e etanol	77
Tabela 4.2.4.2 Balanço de uma usina de álcool de cana-de-açúcar (capacidade de processamento 2 milhões de toneladas de cana por ano)	78
Tabela 4.2.5 Análise custo-benefício privada, das mini-usinas de etanol de batata-doce, considerando a produção e venda de álcool carburante	79
Tabela 4.2.5.1 Análise custo-benefício social, das mini-usinas de etanol de batata-doce, considerando a produção e venda de álcool carburante	80
Tabela 4.2.5.2 Análise custo-benefício privada, das mini-usinas de etanol de batata-doce, considerando a produção e venda de álcool fino	81
Tabela 4.2.5.3 Análise custo-benefício social, das mini-usinas de etanol de batata-doce, considerando a produção e venda de álcool fino	83
Tabela 4.2.6 Fluxo de caixa custos e benefícios privados da produção de etanol da batata-doce e cana-de-açúcar considerando os tamanhos padrões de usinas adotados no trabalho.	84
Tabela 4.2.6.1 Fluxo de caixa custos e benefícios sociais da produção de etanol de batata-doce e cana-de-açúcar	85
Tabela 4.2.7 Fluxo de caixa custos e benefícios privados da produção de etanol de batata-doce e cana-de-açúcar, por hectare	86
Tabela 4.2.7.1 Fluxo de caixa custos e benefícios sociais da produção de etanol de batata-doce e cana-de-açúcar por hectare	88
Tabela 4.2.7.2 Fluxo de caixa custos e benefícios ambientais da produção de etanol de batata-doce e cana-de-açúcar por hectare	89
Tabela 4.3 Análise custo-benefício social da cadeia produtiva da produção de etanol a partir da batata-doce VPL (Valor Presente Líquido)	90
Tabela 4.3.1 - Análise custo - benefício social da cadeia produtiva da produção de etanol a partir da batata-doce por hectare considerando a TIR (Taxa Interna de Retorno)	91

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 - Fluxograma da produção de etanol a partir da batata-doce	9
Figura 2 - Sistema piloto de destilação de etanol com capacidade de 150 litros/dia	11
Figura 3 – Curva de Custo de Produção a Curto Prazo (CP)	32
Figura 4 – Curvas de Custo Marginal e Custo Variável Médio	33
Figura 5 – Curva de Custo de Produção a Longo Prazo	35
Figura 6 – Diagrama das Externalidades	37
Figura 7 – Categorias de valores econômicos atribuídos ao patrimônio ambiental	39
Figura 8 - Localização da área da mini-usina de álcool e Estação Experimental do Campus UFT/Palmas – TO	51
Figura 9 – Fluxograma coleta de dados e aplicação da metodologia no trabalho	53
Gráfico 1 - Produção Mundial de Álcool	18
Gráfico 2 – Produção e custo do álcool no Brasil	19
Gráfico 3 – Produção de etanol de 2004 a 2006	20

Gráfico 4 – Estimativa do crescimento da área plantada no Brasil com cana para a indústria no período de 2006/07 a 2015/16	21
Gráfico 5 – Área Cultivada de batata-doce no Brasil	24
Gráfico 6 – Geração de massa salarial para produção de etanol por hectare	87
Gráfico 7 - Demonstrativo da TIR descontada na cadeia produtiva do etanol, onde (a) produção primária (b) produção industrial	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACB - Análise Benefício - Custo
B/C – Relação Benefício-Custo
BD – Batata-doce
Ceise - Centro das indústrias de Sertãozinho
CELTINS - Fornecedora de Energia do Estado do Tocantins
CF - Custos fixos
CMg - Custo marginal
CmgE - Custo marginal de emissão
CO ₂ – Dióxido de Carbono
COC - Custo de oportunidade do capital
COGECON - Associação Paulista de Cogeração de Energia
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CP - Custos de Curto Prazo
CT - Custo econômico total
CV - Custos variáveis
DBO - Demanda bioquímica de oxigênio
DQO - Demanda química de oxigênio
EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fe - Ferro
FGV - Fundação Getúlio Vargas
GEE - Gases Efeito Estufa
H ₂ SO ₄ – Acido Sulfúrico
ha – hectare
HCl – Acido Clorídrico
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA - Instituto Nacional Para a Reforma Agrária
INT - Instituto Nacional de Tecnologia
LASPER - Laboratório de Sistemas de Produção de Energia a partir de Fontes Renováveis
m ³ – metros cúbico
m ³ ha ⁻¹ – Metros cúbico por hectare
mL – mililitros
°Brix - teor de açúcar
°C – graus Celsius
<i>PAY-BACK</i> – Prazo de retorno do investimento
pH – potencial hidrogeniônico
PMg - Produto marginal

PROÁLCOOL – Programa Nacional do Álcool
Proped - Programa Nacional de Pequenas Destilarias de Álcool Combustível
RMg - Receita marginal
SEAGRI – Secretaria da Agricultura e Pecuária
TIR – Taxa interna de retorno
UNICA – União da Agroindústria Canavieira de São Paulo
VBP - Valor bruto de produção
VET - Valor Econômico Total
VPL – Valor Presente Líquido

“A natureza pode satisfazer todas as
necessidades do homem, mas não a
sua ambição”. M. Gandhi.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade sócio-econômica e ambiental da implantação de um arranjo produtivo local para a produção de etanol, a partir da batata-doce, no município de Palmas – TO. O método escolhido para realizar este estudo foi à análise custo – benefício social, considerando aspectos de rentabilidade econômica, efeitos sociais e sustentabilidade ambiental. Conforme as análises realizadas neste estudo constatou-se que a produção primária do etanol a partir da batata-doce mostrou-se eficaz do ponto de vista social por gerar maior massa salarial do que a cana, e do ponto de vista ambiental por não se utilizar de queimadas. A cana-de-açúcar necessita de investimento inicial maior para a sua instalação devido à escala de produção normalmente utilizada no Brasil e as tecnologias empregadas, e conseqüentemente produz um etanol mais barato que as mini-usinas de batata-doce. A produção do etanol da cana apresentou VPL negativo tanto na produção primária quanto na industrial, enquanto que a partir da batata doce o VPL é positivo nas duas situações, isto ocorre por que foram computados os custos referentes à queimada da cana. A produção do álcool fino a partir da batata-doce se mostrou mais eficaz, com uma TIR descontada privada de 1,87% a.a. para a produção primária e 4,77% para a produção industrial, contra uma TIR descontada privada para a cana de 0,79% a.a. e social de 5,40% a.a. Das mini-usinas de etanol analisadas para a batata-doce todas se mostraram eficientes na produção de álcool fino, e somente a de 4000 litros dia para a produção de álcool carburante. Quando se considera os benefícios sociais as mini-usinas de 150, 500 e 1200 litros/dias também se tornam eficientes.

PALAVRAS CHAVES: Sustentabilidade, Biocombustível, Análise custo - benefício e Etanol de batata-doce.

ABSTRACT

The present work had as objective to analyze the socio-economic and environmental viability of the implantation of a local productive arrangement for ethanol production from sweet potato in Palmas city. The chosen method to carry out this research was the social cost-benefit analysis, considering social aspects, economic yield, effect and environmental sustainability. The carried out analyzes had evidenced that the primary production of ethanol through sweet potato revealed to be more efficient than sugar cane in the social point of view for generating greater wage mass, and from the environmental point for not using fires in the process. The sugar cane needs bigger initial investment for its installation due the production scale and technologies normally used in Brazil, leading a sugar cane ethanol production to be cheaper than ethanol produced from sweet potato mini-plants. The ethanol production from sugar cane presented negative NPV in the primary and industrial productions, whereas the NPV of sweet potato ethanol was positive in the two situations, this occurs because the referring costs for the use of fire in the sugar cane plantation had been computed. The production of fine alcohol from sweet potato had showed more efficient, with a IRR of 1,87% p.a. for primary production and 4.77% for industrial production, against a IRR of 0,79% p.a. for sugar cane and 5,40% p.a for social point. All sweet potato mini-plants analyzed had revealed to be efficient for fine alcohol production, and for fuel alcohol production only the 4000 liters p.d. had demonstrated efficient, but if one considers the social benefits the mini-plants of 150, 500 and 1200 liters/day their also become efficient.

KEYWORDS: Sustainability, Biofuel, *Cost-benefit* Analyzis, Sweet potato ethanol

“Senhor ensina-nos a contar os nossos dias,
para que alcancemos à sabedoria.”
Salmo 90

1. INTRODUÇÃO

Os recentes efeitos do aquecimento global, decorrente da emissão de gases de efeito estufa (GEE) por fontes antrópicas, é algo que tem trazido grande preocupação à sociedade moderna. Isto ocorre, principalmente dentro de cenários que configuram a demanda crescente de energia, que na maior parte é de natureza não-renovável, tais como: carvão mineral, petróleo, entre outros. Estas fontes não-renováveis vem sendo utilizadas como alicerce do processo produtivo, decorrente principalmente do crescimento econômico e populacional, o que poderá comprometer os direitos das gerações futuras.

Dentro das discussões ambientais o etanol - produzido a partir da biomassa – tem sido reconhecido mundialmente como uma das possíveis soluções para a mitigação de problemas ambientais, apresentando-se como um candidato a ser apoiado com políticas de financiamento – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL – conforme estabelecido no Protocolo de Kyoto, no qual os países membros da União Européia comprometeram-se a reduzir 8% das emissões de CO₂, até 2010, em relação aos níveis de 1990 (CORTEZ L.A. *et al.* 2002 *apud* SCANDIFFIO 2005).

As exigências ambientais aliadas às circunstâncias do mercado mundial de petróleo, têm levado muitos países a procurarem no etanol uma fonte renovável de combustível, espelhando-se, principalmente, na experiência brasileira na produção e no uso desse combustível. O processo da produção de etanol integra o ciclo do carbono na atmosfera terrestre. As plantas enquanto crescem absorvem o CO₂ e com isto reciclam o gás carbônico resultante da emissão de fontes poluentes presente na atmosfera. Além disso, o etanol é biodegradável, diminuindo os riscos para os corpos hídricos e as fontes de suprimento de água para consumo.

O uso do álcool combustível é um tema em constante debate. Trinta anos depois do início do Proálcool, o Brasil vive agora uma nova expansão dos canaviais com o objetivo de oferecer, em grande escala, o combustível alternativo. O plantio avança além das áreas tradicionais, do interior paulista e do Nordeste, e espalha-se pelos cerrados, fazendo fronteira com a Floresta Amazônica. Mas, é preciso lembrar sempre que, o crescimento da área agrícola para suprir a demanda por parte da indústria não deve impor altos custos ambientais, tanto agora, quanto para as futuras gerações, sob pena de inviabilizar os benefícios gerados pelo uso de combustíveis limpos (TORQUATO, 2006).

A produção de etanol no Brasil tem se restringido basicamente a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). Mas além da cana-de-açúcar, existem outras fontes, como as raízes, por exemplo, a mandioca (*Manihot esculenta*) e a batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). De todas estas fontes de matéria-prima a batata-doce talvez seja a cultura que apresente o menor número de pesquisadores no Brasil (MELLO, 2001 apud SOUZA 2006). Se comparados os ciclos de produção, a batata-doce com seu curto ciclo reprodutivo (4 a 5 meses) poderia ultrapassar a cana-de-açúcar (12 e 18 meses) e a mandioca (10 a 20 meses) em sua produtividade global. Mas para que isso ocorra é necessário investimento em pesquisas voltadas para a melhora das tecnologias de produção (SOUZA, 2005).

Na região Norte do Brasil que inclui o Estado do Tocantins, a batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma cultura bastante disseminada e cultivada principalmente pelos pequenos agricultores, como cultura de subsistência. Em diagnóstico realizado pela Secretaria da Agricultura do Estado do Tocantins (1997) as principais regiões produtoras são: Gurupi, Palmas, Araguatins, Guaraí e Porto Nacional.

Diante do contexto apresentado, o objetivo geral deste estudo é analisar a viabilidade sócio-econômica e ambiental da implantação de um arranjo produtivo local para a produção de etanol, a partir da batata-doce, no município de Palmas – TO. O método escolhido para realizar este estudo foi à análise custo – benefício social, considerando aspectos de rentabilidade econômica, efeitos sociais e sustentabilidade ambiental. Este trabalho fundamentou-se na hipótese de que os benefícios econômicos, sociais e ambientais de se implantar mini-usinas de etanol no município de Palmas - TO, seriam maiores do que os custos sócio-ambientais.

A ênfase dada à sustentabilidade da cadeia produtiva da batata-doce é justificada pela crescente preocupação com a questão ambiental e com o aumento vertiginoso das externalidades ambientais do processo produtivo, que vem alterando as análises custo - benefício. Segundo BAUEN (2005) os custos e benefícios totais das atividades econômicas freqüentemente não são calculados. Os processos de tomada de decisão consideram os custos e benefícios privados, mas na maioria das vezes, ignoram uma série de custos e benefícios adicionais, conhecidos como externalidades¹, com os quais a sociedade arca.

O trabalho divide-se em quatro partes: na primeira é feita uma revisão de literatura onde são tratados os aspectos técnicos, sociais e ambientais da produção do etanol. É

¹ As externalidades advêm de falha do mercado, que fazem com que determinados efeitos de atividades econômicas não sejam contabilizados no processo de transação econômica.

comparada à oferta mundial e a produção nacional de etanol nos últimos anos. O agronegócio da batata-doce é abordado dentro da cadeia produtiva passando por uma discussão sobre os custos e preços para comercialização do etanol no Brasil. As seguintes teorias microeconômicas aplicadas à análise social do investimento são tratadas: teorias de custo de produção; teoria das externalidades; Método Custo Reposição (MCR); e Análise Custo-Benefício voltada à produção do etanol.

Na segunda parte são descritos os materiais e os métodos utilizados para a coleta, tratamento e interpretação dos dados, destacando as metodologias para avaliação socioeconômica do projeto. É apresentada também a localização da área de plantio e da mini-usina piloto.

Na terceira são demonstrados e discutidos os resultados obtidos. Primeiro é analisado o custo e benefício social da produção primária (batata-doce x cana-de-açúcar). Segundo é realizada uma análise da produção do etanol a partir da batata-doce em mini-usinas de 150, 500, 1200 e 4000 litros/dia e do etanol a partir da cana-de-açúcar para uma usina padrão no Brasil com a produção de 83 milhões de litros por safra. Em seguida são demonstrados os fluxos de caixa com os custos e benefícios privados sociais e ambientais da produção de etanol da batata-doce e cana-de-açúcar considerando a produção de litros por hectare para a mini-usina de batata-doce de 4000 litros/dia e a usina padrão no Brasil para a cana-de-açúcar. E por último é feita uma análise custo-benefício da cadeia produtiva do etanol da batata-doce e cana-de-açúcar.

Na quarta e última parte são destacadas as conclusões e sugeridas pesquisas futuras visando o aperfeiçoamento da tecnologia de produção do etanol a partir da batata-doce de acordo com as necessidades do mercado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS TÉCNICOS DA PRODUÇÃO DE ETANOL

2.1.1 Fontes renováveis de energia

Segundo MELO (2001), até a revolução industrial, no século XIX, o sol era a fonte de energia mais utilizada pela humanidade através do movimento das águas, força dos ventos, energia da tração animal, e a queima da madeira. A partir da revolução industrial, os combustíveis fósseis, que também tem sua origem no sol, passaram a representar a maior fonte de energia do planeta, perdurando como base da matriz energética até os dias de hoje. O mesmo autor conceitua como renovável, uma fonte cuja reposição não ultrapasse um ciclo econômico, ou seja, quando o consumo de um energético não ultrapassa o tempo necessário para que a natureza o reponha.

De acordo com NEPAM (1994) também são chamadas de fontes renováveis aquelas cuja utilização pelo homem não representa variação significativa em seu potencial e, cuja reposição a curto prazo pode ser feita com certa facilidade. Entre as formas de energia renovável podemos destacar a biomassa. Do ponto de vista energético, considera-se biomassa, toda a matéria orgânica de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia. Segundo o mesmo autor, esta é produzida a partir da energia solar, transformada em energia química, através da fotossíntese².

A Biomassa é uma fonte renovável de produção de energia em escala suficiente para desempenhar um papel expressivo no desenvolvimento de programas vitais de energias renováveis e na criação de uma sociedade ecologicamente mais consciente. Embora seja uma fonte de energia primitiva, seu amplo potencial ainda precisa ser explorado (ROSILLO-CALLE et. al 2005).

Segundo LEITE (2006) há fundamentalmente três opções para combustíveis líquidos derivados de biomassa: etanol, biodiesel e metanol. O metanol, que pode ser produzido a partir da madeira, é o menos promissor. Sendo que, também é possível produzir etanol e outros combustíveis da madeira. O etanol ou álcool etílico, de forma molecular C_2H_6O , é um tipo de álcool incolor e solúvel em água, produzido através da fermentação da sacarose de

² Processo que envolve a produção de compostos orgânicos pelos vegetais clorofilados a partir do dióxido de carbono (CO_2) atmosférico, e água.

determinadas leveduras. Para a produção de álcool não há competidor para a cana-de-açúcar, senão eventualmente o sorgo, que apresenta aproximadamente à mesma produtividade que a cana (6.000 litros/hectare ano), mas ainda apresenta custos de produção maiores do que os da cana que são de aproximadamente R\$ 0,35/litro.

O álcool combustível ou carburante é também conhecido como etanol, álcool etílico e álcool de biomassa. Pode ser obtido a partir de qualquer tipo de biomassa que contenha açúcar, amido ou material com teor de celulose. Do processo industrial da cana-de-açúcar, obtêm-se o açúcar e suas derivações, álcool anidro e hidratado, o vinhoto, a levedura e o bagaço. Dos materiais que contém amido, a exemplo da mandioca, babaçu, batata, e dos que contém celulose, como a madeira, deve-se primeiramente convertê-los em açúcar através de processo conhecido como *sacarificação*, seguido de *hidrólise*, para então obter-se o etanol (MACHADO, 2006). Segundo MACHADO (2006) qualquer produto que contenha uma quantidade considerável de carboidratos constitui-se em matéria-prima para obtenção do álcool. Entretanto, para que seja viável economicamente, é preciso que considere o seu volume de produção, rendimento industrial e custo de fabricação.

A biomassa é um material versátil e provavelmente o único combustível primário que, na forma de álcool ou óleo, pode substituir a gasolina ou o diesel nos carros e caminhões. Por sua versatilidade, pode-se escolher o material que seja mais adequado ao solo, ao clima, e às necessidades sócio-econômicas. O tempo necessário para a produção desses combustíveis pode variar de semanas a anos. Comparada às opções energéticas de origem fóssil, a biomassa possui um ciclo extremamente curto, além de pequeno tempo necessário à sua produção, a fotossíntese, processo produtivo da biomassa, capta em geral quantidades superiores àquelas dos gases emitidos na queima para a formação de mais matéria-prima. Nesse processo, o ciclo do carbono é de curta duração, limitando-se à superfície terrestre (COELHO, 2004).

2.1.2 Fontes alternativas de matéria-prima para o álcool

De acordo com MATTOS & MATTOS (2004) a cana-de-açúcar é fonte tradicional de produção de álcool, foi introduzida pelos Holandeses durante o século XVI, e inicialmente cultivada na região Nordeste, expandindo-se posteriormente para outras regiões do País. Cultivada no Brasil a mais de quatro séculos, sendo voltada principalmente para a fabricação de açúcar por se tratar de um produto de grande valor comercial na Europa.

Segundo CAMPOS *et al* (2003), desde a década de 1920 que o Brasil já estudava e testava combustíveis alternativos e renováveis. Em 1932 pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), fez adaptações nos motores da época para permitir o uso de etanol como combustível. Durante o Pró-Álcool outras fontes de matéria-prima, como a mandioca, foram cogitadas para a produção de etanol. Entretanto, após este período não houve prosseguimento no uso, muito provavelmente em razão de algumas limitações no cultivo da cultura, dentre os quais produtividade, pragas e doenças (ARAÚJO, *et al* 1978 *apud* TAVARES, 2006).

Paralelo a produção de álcool da mandioca, fabricou-se álcool de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.], obtendo-se um rendimento de 150 a 158 litros de álcool absoluto por tonelada de raiz. Esta cultura se mostrou promissora pela quantidade e qualidade do álcool produzido, mas se mostrou limitada quanto aos rendimentos agrícolas obtido na época, que eram em torno de 11 a 13 ton/ha (SOUZA, 2006).

Os resultados encontrados por SILVEIRA *et al* (2002) indicam uma melhora no processo de seleção de acessos de batata-doce como Palmas e Canuanã com produtividade entre 30 a 65 ton/ha nas condições edafoclimáticas do município de Palmas-TO. Este fato indica uma superioridade desses novos acessos de batata-doce entre 154 a 400% em relação à produtividade obtida na década de 70.

Atualmente, o Brasil dispõe de cultivares de batata-doce com produção de 30 ton/ha, como são os casos de cultivares para mesa, lançadas por um dos Centros de Produtos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, a Embrapa Hortaliças. Mesmo com esforços de pesquisadores, verifica-se uma imensa lacuna tecnológica com estudos voltados para indústria, em especial, aqueles que têm como objetivo a obtenção de genótipos com elevado potencial para produção de etanol. A diversificação da matriz da bioenergia no Brasil depende muito das alternativas de fontes de matérias-primas estudadas e disponíveis para tal. Neste caso deve-se levar em consideração a realidade ou as diversificadas condições de solo, água, altitude, umidade relativa do ar e de outros que podem determinar o sucesso ou não de adaptação de uma determinada fonte de matéria-prima (TAVARES, 2006).

Segundo TAVARES (2006), além das características de adaptabilidade da matéria-prima, deve-se levar em conta os possíveis impactos ambientais que esta nova fonte de bioenergia pode gerar. O tipo de solo que será utilizada, o seu custo de produção, a sua produtividade, rusticidade, a região onde será cultivada; e principalmente os resíduos gerados e seu potencial aproveitamento na alimentação animal ou co-geração de energia. Todos estes

fatores são fortes condicionantes para o sucesso ou não de uma fonte de matéria-prima que possa se apresentar como uma alternativa para produção de biocombustível no Brasil. Para tanto foi necessário à implantação de programas de melhoramento genético que visem à seleção de cultivares adaptados para fins de produção de etanol, como o programa de melhoramento genético da Universidade Federal do Tocantins - UFT, que tem o objetivo de selecionar cultivares, adaptadas a produção de biomassa, visando à produção de etanol na Região Norte do país.

Informa-se que no Estado do Tocantins, foram lançados pela equipe de pesquisadores do Laboratório de Sistemas de Produção de Energia a partir de Fontes Renováveis (LASPER/UFT), duas cultivares (Palmas e Canuanã), com produtividade variando de 30 a 40 ton/ha, sendo que a média de produtividade em outros estados como Rio Grande do Sul e Paraná, principais produtores do Brasil de 11 a 15 ton/ha (IBGE, 2003). O que poderá possibilitar aos agricultores da região norte grande vantagem.

2.1.3 Produção de etanol a partir da batata-doce [*Ipomoea Batata (L.) Lam*]

Segundo SILVA (2002), a batata-doce [*Ipomoea batata (L) Lam*] é uma espécie dicotiledônea pertencente à família botânica *Convolvulacae*, que agrupa aproximadamente 50 gêneros e mais de 100 espécies, sendo que dentre elas, somente a batata-doce tem cultivo de expressão econômica. A origem da batata-doce ainda é indefinida apesar de que “muitas evidências indicam o Sul do México e o Nordeste da América do Sul” (SOARES *et al.*, 2002). Esta é uma “cultura antiga, bastante disseminada e cultivada principalmente pelos pequenos produtores” através de ramas (estacas) ou mudas (brotos). Trata-se de uma “hortaliça rústica, de fácil manutenção, boa resistência contra a seca e ampla adaptação”, apresentando “uma grande variabilidade genética, possível de exploração pelos melhoristas, pois cada planta oriunda de semente botânica é geneticamente diferente de todos os outros e representa, potencialmente, uma nova cultivar” (SOUZA, 2005).

A batata-doce apresenta uma ótima produção de biomassa para obtenção de álcool combustível, associada ao baixo custo de produção e rusticidade. “Sendo considerada como uma das espécies mais eficientes no processo de conversão da energia solar em energia química” (SILVA *et al* 1995 *apud* SOUZA, 2005). O cultivo de hortaliças em pequena escala é geralmente uma atividade múltipla de produção agrícola, exercida com pouco uso de

tecnologia e sem orientação profissional, obtendo-se baixos índices de produtividade e a baixa qualidade dos produtos. A cultura da batata-doce é um exemplo dessa situação, pois ao longo do tempo, tem sido cultivada de forma empírica pelas famílias rurais, em conjunto com diversas outras culturas, visando à alimentação da família.

Além do potencial para a produção de álcool o cultivo da batata-doce segundo MAGALHÃES *et al.* (2006), pode ser efetuado tanto de forma mecanizável ou não, por ser a horticultura uma atividade que geralmente consome grande quantidade de mão-de-obra, o que favorece a fixação do homem ao campo. Entretanto, o uso de serviços mecanizados reduz o custo de produção e aumenta a possibilidade de lucro do produtor. Nesse sentido a cultura da batata-doce tem a vantagem de ser adaptada a ambos os sistemas de produção, podendo ter diversas etapas mecanizadas, especialmente o plantio e a colheita.

A produção de etanol a partir de amiláceos não é muito difundida e conhecida no Brasil. Contudo, tem sido uma técnica muito adotada na Europa, Estados Unidos e países Asiáticos. Segundo SOUZA (2005), esta tecnologia tem sido objeto de estudos em países detentores de alta tecnologia, como: Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Estados Unidos, Canadá, e China, utilizando como matéria-prima grãos de cereais.

A produção de etanol a partir da batata-doce segue uma linha industrial semelhante à fabricação de álcool de cereais. PEREIRA JR. *et al.* (2004) relatam as principais operações unitárias envolvidas na manufatura do álcool etílico a partir da batata-doce, onde é utilizado o processo enzimático de hidrólise de amido conforme se observa na Figura 1.



FONTE: PEREIRA JR. *et al.* (2004).

Figura 1. Fluxograma da produção de etanol a partir da batata-doce

Em seu trabalho TAVARES (2006) cita que a hidrólise do amido da batata-doce da cultivar Palmas utilizando as duas enzimas (alfa-amilase e glucoamilase) mostrou-se bastante eficiente. O °Brix (teor de açúcar) medido após a ação das enzimas variou de 20 a 25°. Enquanto que na hidrólise enzimática do amido da mandioca realizada por CEREDA (2005), o °Brix medido após a ação das enzimas variou de 20,0 a 23,0°, sendo uma concentração de considerada adequada para o conjunto das enzimas usadas.

A fermentação do experimento realizado no LASPER/UFT, o °Brix inicial foi diluído a 16%. E no final da fermentação, foi de 3%. Onde o processo fermentativo durou 18 h, já na mini-usina este processo deverá durar em torno de 24 horas para que o teor de açúcar aproxime-se de 0%. Foram obtidos nos experimentos rendimento de 152 a 177,5 litros de etanol absoluto por tonelada de raiz. Considerando a produtividade da cultivar Palmas, citada por SILVEIRA *et al.* (1996) de 40 ton/ha, o potencial desta para a produção de etanol por hectare é de 6080 litros a 7100 litros.

Segundo TAVARES (2006), a utilização da batata-doce *in natura* no processo de produção de álcool apresenta produtividade em etanol por tonelada de raiz de até 10,1% superior para células imobilizadas, e 32,3% superior, em relação ao processo de fermentação

com células livres. Trata-se de um processo menos oneroso quando comparado com o emprego da farinha das raspas, utilizado por SOUZA (2005) e SOUZA (2006), devido o gasto energético com a desidratação e hidratação das raspas, representando uma economia nos custos de produção do álcool de batata-doce.

A hidrólise do amido é realizada segundo a metodologia de PEREIRA JR. *et al.* (2004) e CEREDA (2005), com algumas adaptações. A massa ralada de batata-doce é transferida para um vasilhame de alumínio e diluída com água destilada na proporção massa ralada/água 4:3 litros. O aquecimento é gradual até 90°C e a temperatura mantida por 25 minutos, tempo necessário para a gelatinização do meio. A enzima liquidificante é acrescentada na proporção de 87,5 mL de Termamyl 120L (alfa-amilase)/g de raiz, mantendo a mesma temperatura (90°C), durante 20 minutos, sob agitação constante. Não é necessário ajustar o pH antes da liquefação porque na batata-doce já está próximo de 6,0, dentro da faixa ótima de atuação enzimática (6,0 a 8,0).

Finalizada esta etapa, promove-se o resfriamento, e ajustado o pH com HCl (1 N) para 4,5. A sacarificação é realizada adicionando 87,5 mL de AMG 300L (glucoamilase)/g de batata-doce, à 60°C durante 30min, sob agitação. As concentrações enzimáticas para hidrolisar o amido da mandioca, segundo a metodologia de CEREDA (2005), é de 3 mL da enzima Termamyl 120L. kg⁻¹ de amido, e 2 mL da enzima AMG 300L.kg⁻¹ de amido. O equivalente a 0,92 mL de Termamyl 120L. kg⁻¹ de raiz de batata-doce e 0,61 mL de AMG 300L.kg⁻¹ de raiz. Mas a excessiva concentração adotada foi devido à perda da atividade enzimática, pelas condições de armazenamento e validade.

Finalizado a hidrólise do amido, o meio é resfriado (30°C), medido o °Brix (com Sacarímetro de °Brix), e inoculado fermento de panificação (*Saccharomyces cerevisiae*), numa concentração de 6,11 g/L de meio hidrolisado (peso úmido/v). São utilizados recipientes de alumínio com tampa para a fermentação. O processo dura em torno de 24 horas.

O meio fermentado é transferido para o sistema piloto de destilação, cedido pela empresa **Alumisert Bioenergia**, para separação do etanol e do vinhoto (Figura 2).



FIGURA 2 - Sistema piloto de destilação de etanol com capacidade de 150 litros/dia.
 FONTE: Lasper/UFT, 2006.

O etanol anidro é usado como combustível quando adicionado à gasolina, no entanto, apresenta uso variado. Segundo VIANNA (2006) pode ser utilizado nas fabricações de: polietileno, estireno, cetona, acetaldeído, poliestireno, ácido acético, éter e toda a gama de produtos que se extraem do petróleo. Além disso, é utilizado na produção de fibras sintéticas, de vernizes, de solventes e de plastificantes.

2.2 ASPECTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DO ETANOL

No final do processo de produção do etanol da batata-doce como no da cana são gerados o etanol e o resíduo líquido, que chamamos de vinhoto. O vinhoto da batata-doce, caracterizado por ARAÚJO *et al.* (1978), revelou uma composição físico-química semelhante à vinhaça do melaço da cana-de-açúcar e, também, de matérias-primas amiláceas (TAVARES, 2006).

Quadro 2.2.1 Características do vinhoto da batata-doce.

COMPONENTES	UNIDADE	%		
		MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA
Sólidos totais	%	3,00	0,86	1,98
CHO	g/100 mL	2,92	1,85	2,40
Açúcares redutores simples (dextrose)	%	0,15	0,12	0,14
Açúcares totais (em açúcares invertidos)	%	0,93	0,36	0,57
Ph		4,15	3,90	4,00
Acidez (em ácido acético)	mg/100 mL	2,59	2,15	2,37
Proteína	%	0,45	0,22	0,29
Cinzas	%	0,30	0,27	0,28
Cálcio (em CaO)	%	0,08	0,07	0,07
Magnésio (em MgO)	%	0,05	0,02	0,03
Fósforo (em P ₂ O ₅)	%	0,19	0,02	0,10
D.Q.O.	g/L	64,89	49,79	56,04

FONTE: ARAÚJO *et al.*, 1978 *apud* TAVARES, 2006.

Segundo SOUSA (2005) para cada litro de álcool produzido da cana-de-açúcar tem-se em torno de 10 a 15 litros de vinhaça. Esta vinhaça devido ao seu alto teor de matéria orgânica e potássio é reciclada e utilizada no campo, para a fertirrigação. Apresenta-se na tabela abaixo a composição química média da vinhaça da cana.

Tabela 2.2.1.1 Composição química do vinhoto da cana-de-açúcar

Elementos	Composição
N (kg/m ³ vinhaça)	0,33 - 0,48
P ₂ O ₅ (kg/m ³ vinhaça)	0,09 - 0,61
K ₂ O(kg/m ³ vinhaça)	2,10 - 3,40
CaO (kg/m ³ vinhaça)	0,57 - 1,46
MgO(kg/m ³ vinhaça)	0,33 - 0,58
SO ₄ (kg/m ³ vinhaça)	1,6
M. O.(kg/m ³ vinhaça)	19 - 45
Mn (mg/dm ³ vinhaça)	5 - 6
Fe (mg/dm ³ vinhaça)	47 - 130
Cu (mg/dm ³ vinhaça)	2 - 57
Zn (mg/dm ³ vinhaça)	3 - 50

FONTE: SOUSA (2005)

Considerando que a batata-doce é uma fonte amilácea importante e competitiva em regiões tropicais, e que a disposição adequada do vinhoto da cultura ainda foi pouco estudada, torna-se condição *sine qua non* à identificação e caracterização, assim como seu potencial fertilizante, os efeitos sobre o solo e as plantas, os riscos de impactos ao meio ambiente e as limitações para uso deste efluente na agricultura (TAVARES, 2006).

A equipe LASPER/UFT, vem realizando pesquisas visando o aproveitamento do resíduo sólido e líquido do álcool da batata-doce para alimentação animal. Estes estudos têm demonstrado grande potenciabilidade para esse fim dado o nível de proteína existente. Assim como o vinhoto da cana o vinhoto da batata-doce também pode ser utilizado na fertirrigação do solo para o cultivo da própria batata, economizando o uso do adubo químico. Já que o vinhoto ou vinhaça da cana-de-açúcar tem sido cada vez mais utilizado como fertilizante com bons resultados para a agricultura. As vantagens nutricionais são conhecidas há várias décadas e algumas unidades de produção já os utilizam desde a década de 70, mas o uso destes subprodutos aumentou sensivelmente em 1999, quando houve a mudança cambial e os adubos químicos encareceram (GUAGNONI & NAKAO 2001).

Segundo GUAGNONI & NAKAO (2001), pesquisas em usinas da região de Ribeirão Preto - SP apontam que as diferentes técnicas de substituição de adubos químicos proporcionam uma economia média de US\$ 60 por hectare. Além da redução nos custos de plantio, o aproveitamento dos resíduos foi responsável por reduzir a poluição ambiental, já que os produtos eram anteriormente despejados nos rios. Medidas foram tomadas para prevenir a contaminação das águas pela vinhaça. Esta passou a ser devolvida ao solo de forma controlada e com limites de volume por hectare. Em regiões com água subterrânea próxima à superfície a quantidade de vinhaça deve ser bem menor que em outras regiões. A utilização de resíduos na fertilização do solo é responsável por uma economia de 30% no processo de adubação. O fertilizante orgânico aliado ao cultivo de variedades melhoradas de cana-de-açúcar culminou em um aumento de 15% da produtividade da lavoura.

Além disso, a portaria Minter n.º 323, de 29 de novembro de 1978, que reza sobre Tratamento de Resíduos Água e Álcool, Energia Combustível:
"Proíbe, a partir da safra 1979/1980, o lançamento, direto ou indireto, do vinhoto (vinhaça) em qualquer coleção hídrica, pelas destilarias de álcool instaladas ou que venham a instalar no País".

Segundo MACEDO (2001), quando instituído, em 1975, o programa do etanol visava principalmente reduzir os custos com a importação de petróleo e evitar perdas com os baixos preços do açúcar no mercado internacional. Grandes benefícios ambientais com a redução da poluição nos centros urbanos ficaram evidentes (e importantes) a partir de 1980. Resumidamente, pode-se dizer que os usos do etanol, em mistura (E22) ou nos motores puro (E100) proporcionaram neste período: eliminação total dos aditivos com Pb (desde 1990); Eliminação de 100% do SO_x, particulados de Carbono e Sulfato nos E100 e de ~22% nos E22; VOCs com menor toxicidade e reatividade; CO: redução de ~70% nos antigos E22, comparados com EO. O custo social evitado associado a estas reduções tem sido estimado (incluindo CO₂) para os próximos anos cerca de US\$ 500 milhões por ano, em cenários que incluem um crescimento modesto na frota de carros a álcool (~100 mil carros/ano) (VIANA 2006).

De acordo com MATTOS & MATTOS (2004), o setor sucroalcooleiro apresenta um paradoxo: se, por um lado, é considerado um vetor de desenvolvimento socioeconômico e um exemplo de atividade ambiental (combustível renovável), por outro lado, é criticado sistematicamente como responsável pela degradação ambiental e pela exclusão e deterioração social. O crescimento da área de canavial no Brasil tem trazido preocupações mundiais com a

preservação ambiental, o que demonstra uma necessidade de inovação deste setor, voltando-se para outras culturas, capazes de amenizar os efeitos socioeconômicos e ambientais, não conseguido pela cana. Para RODRIGUES (2002), o problema da sustentabilidade na atividade agrícola está diretamente relacionado com os impactos ambientais, econômicos e sociais provocados pela utilização das tecnologias agrícolas.

Para MATTOS & MATTOS (2004) um exemplo desses impactos ambientais são as alterações climáticas proveniente dos problemas gerados pelas queimadas como prática de pré-colheita. A queima dos canaviais pode causar vários problemas de saúde, pois resultam em grandes quantidades de fuligem, monóxido de carbono e outras substâncias que afetam a saúde do ser humano, das quais algumas são cancerígenas. A cana-de-açúcar é cultivada no Brasil há mais de quatro séculos e ao longo desse período, essa cultura tem apresentado significativos aumentos de produtividade, tanto pelo lado agrícola, como pelo industrial especialmente na região Centro-Sul, o que vem assegurando sua viabilidade como alternativa energética na substituição do petróleo e seus derivados.

Segundo SCANDIFFIO (2005), o Brasil responde por 3% do total das emissões mundiais de dióxido de carbono e as fontes básicas de maior contribuição destas emissões são provenientes principalmente do desmatamento e queima de combustíveis fósseis: tráfego de veículos e combustão industrial. Neste aspecto, o uso de álcool combustível é de especial importância no que diz respeito ao setor de transportes, uma vez que, a cada quinze bilhões de litros de etanol consumidos, elimina-se aproximadamente 26 milhões de toneladas métricas de emissões de dióxido de carbono. Esta constatação, por sua vez, tem levado os diferentes países a aumentarem seus esforços para consolidar o processo e o fornecimento do bio-etanol.

2.2.1 Problemas ambientais das usinas de etanol

Segundo Relatório Banco de Cooperação Internacional do Japão - JBIC (2006), os processos que podem causar problemas ambientais durante a produção de etanol são a lavagem da cana-de-açúcar, o vinhoto expelido posteriormente a destilação, e os dejetos dos produtos químicos. Estes estão fortemente regulados na Lei Ambiental e de acordo com o artigo 21 da Resolução nº 20 do CONAMA, de 18 de junho de 1986.

Durante o processo de lavagem, são necessários cerca de 5 kg de água para cada tonelada de cana. Portanto, as usinas necessitam de grande quantidade de água. Normalmente a água utilizada pode ser reciclada diversas vezes. Os dejetos são eliminados nos tanques de

sedimentação, para serem utilizados posteriormente na adubação das plantações. Porém, nem todas as usinas reciclam água, e a recomendação para todas as usinas são as seguintes:

- Promover a instalação de meios favoráveis ao reaproveitamento das águas das lavagens;
- Instalação de tanques de sedimentação
- Construção de canais de água nas plantações

As águas drenadas das usinas estão misturadas a produtos químicos que se utilizam durante o processo de fabricação de açúcar e álcool. No quadro abaixo pode se observar os produtos químicos utilizados durante cada processo da produção do açúcar e álcool.

Quadro 2.2.2.1 Produtos e insumos utilizados no processo de produção de açúcar e etanol de cana-de-açúcar.

PROCESSO	PRODUTOS
Moagem	Cal, desinfetante, etc.
Cozimento	Ac. Sulfúrico, neutralizador, etc
Fermentação	Ác. Sulfúrico, desinfetante, neutralizador, soda caustica, etc.
Centrifugação do mosto	Ac. Sulfúrico, cal, Ac. Fosfórico, etc.

FONTE: RELATÓRIO BANCO DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO - JBIC (2006)

Além das águas drenadas, as usinas, pelas suas características de operação, geram águas poluidoras misturadas com óleo. Estas águas poluidoras e drenadas devem ser tratadas adequadamente antes de sua eliminação final. Para evitar problemas ambientais é necessário tomar as seguintes precauções no caso de águas poluídas tais como:

- Promover a instalação de centros de tratamento de dejetos
- Organizar unidades de tratamento de águas poluídas e promover a instalação de tanques de tratamento

No caso das usinas de etanol de batata-doce, ainda não existe nenhum estudo sobre as características das águas residuárias, mas devem ser tomadas as mesmas medidas que as usinas de cana-de-açúcar tomam, evitando assim problemas ambientais. Abaixo elencamos as substâncias

Poluição atmosférica nas usinas de cana-de-açúcar:

As usinas liberam as seguintes substâncias na atmosfera.

- Gases gerados no processo de fermentação;
- Gases liberados pelas colunas de destilação;
- Gases expelidos pelos tanques de depósito de álcool;

- Fumaça de bagaço das caldeiras;

Ainda segundo o Relatório Banco de Cooperação Internacional do Japão - JBIC (2006) é necessário tomar medidas para reduzir o volume de emissão de poluentes. Nas usinas de etanol de batata-doce, ainda não foi possível medir a poluição e os efeitos dos gases emitidos na atmosfera, com precisão, pois a mini-usina em estudo iniciou o funcionamento em janeiro de 2007, em caráter piloto, e deverá ser objeto de estudo no futuro.

Quanto aos resíduos gerados durante o processo de produção do etanol serão reaproveitados, como no caso do bagaço da cana que é vendido a R\$ 30,00 a tonelada e o vinhoto que é utilizado na fertirrigação. O resíduo gerado durante a produção de etanol da batata-doce, deverá ser desidratado com o vapor da destilação e transformado em ração, evitando o custo com tratamento, proporcionando receita com a venda do produto (ÚNICA, 2006).

A concepção do projeto de instalação de mini-usinas de etanol idealiza um dimensionamento da sua capacidade produtiva que permita a utilização racional de todos os produtos a partir do processamento de matéria-prima. Além de otimizar a expectativa de geração de lucros, uma indústria com essa característica mostra-se benéfica sob o ponto de vista das questões ambientais, por devolver ao meio ambiente uma pequena quantidade de resíduo com características poluentes ou geradores de volumes inadmissíveis. Sendo que, a utilização de recursos naturais (basicamente a água) será racionalizada, de forma a não produzir desperdícios nem causar desequilíbrio ambiental. Mas para que isso ocorra é importante que haja sustentabilidade na cadeia produtiva proporcionando um arranjo produtivo entre a produção da matéria-prima e a indústria do etanol.

2.3 ASPECTOS ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO DO ETANOL

2.3.1 A produção de álcool no mundo e no Brasil

Desde os primeiros momentos da indústria automobilística, o álcool tem sido considerado como um combustível viável. De fato, o primeiro modelo desenvolvido por Henry Ford tinha seu motor adaptado para funcionar tanto com álcool como gasolina. Em 1917, Alexander Graham Bell já proclamava os benefícios do álcool como combustível em um artigo publicado na *National Geographic*. O inventor cita a grande quantidade de matérias-primas passíveis para a produção de álcool, incluindo “serragem, sabugo de milho, e a maior

parte dos vegetais, até mesmo sementes... os resíduos de nossas fazendas... e mesmo o lixo urbano” (MACHADO, 2006).

Entretanto, no início dos anos 20, como a gasolina tornou-se mais barata e disponível que o álcool, este foi deixado de lado. Porém, com a grande crise internacional ocorrida em 1929 que colocou em xeque as economias de todos os países, inclusive no Brasil faltavam divisas para a aquisição de combustível líquido. Sendo instalada assim a primeira destilaria de álcool anidro, e o Governo Federal, em 1931, estabeleceu a obrigatoriedade da mistura de 5% de etanol à gasolina (Decreto 19.717), como medida de economia na importação de combustível e para amparar a lavoura canavieira. Também nesta época, pelos mesmos motivos, o álcool passou a participar em uma fração do mercado de combustíveis em outros países, como Estados Unidos, Alemanha, Nova Zelândia e França (MACHADO, 2006).

O Programa Nacional do Álcool, o Proálcool, foi criado em 1975 dois anos depois da conclusão da guerra Árabe-Israelense em 1973, quando no espaço de um ano, os preços do petróleo mais do que triplicaram trazendo um forte impacto sobre a Balança Comercial brasileira. Frente a este contexto, o Governo Federal lançou uma ampla política superação do chamado “gargalo energético”, na qual se incluiu o Proálcool. O programa foi implantado com incentivo governamental, alicerçado na crise interna da exportação do açúcar e na crise externa do petróleo (FURTADO, 1983) - aliado aos acordos com a indústria automobilística e a academia. O setor atravessou diversas turbulências, nos últimos anos. Mesmo com todas as crises no setor o segmento continuou crescendo.

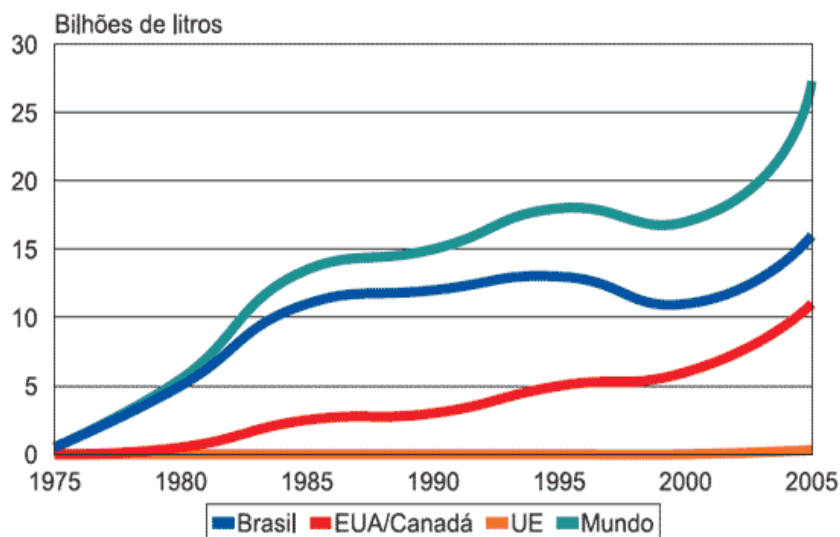
Para GAZZONI (2006) o PROÁLCOOL, é a expressão mais elaborada das dificuldades de implementação de um programa de substituição de combustíveis fósseis sob a ação exclusiva dos mecanismos de mercado. É também o exemplo mais evidente de como eventuais benefícios ambientais são apropriados para manter privilégios. Embora não tenha sido implantado de maneira ideal, o programa possui soluções técnicas viáveis, que só não foram postas em prática por motivos políticos.

Segundo GAZZONI (2006) a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é a segunda maior fonte de energia renovável do Brasil com 12,6% de participação na matriz energética atual. Para o pesquisador, a demanda de energia no mundo é muito grande e se torna urgente discutir a multiplicidade de aspectos que envolvem a agroenergia, assim como pensar nas oportunidades que se criam para o aproveitamento de derivados das extrações energéticas.

Conforme a UNICA – União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (2006a) a utilização em larga escala do álcool deu-se em duas etapas: inicialmente, como aditivo à gasolina (álcool anidro), num percentual de 20%, passando depois a 22%. A partir de 1980, o álcool passou a ser usado para mover veículos cujos motores utilizavam-o como combustível puro (álcool hidratado) mas que, ainda adaptações dos modelos a gasolina, não tinham desempenho adequado.

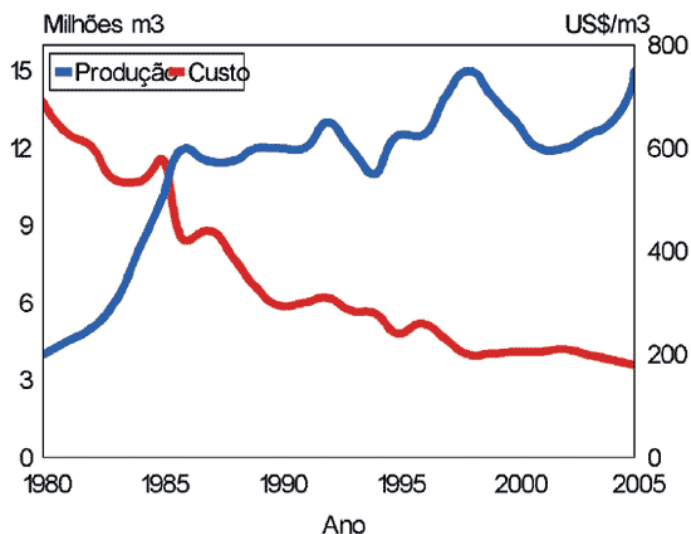
Segundo GAZZONI (2006), o Brasil até 2005 era o país mais avançado, do ponto de vista tecnológico, na produção e no uso do etanol como combustível, seguido pelos EUA que a partir de 2006 ultrapassa o Brasil com a produção de etanol de milho. A produção mundial de álcool aproxima-se dos 40 bilhões de litros, dos quais se presume que até 25 bilhões de litros sejam utilizados para fins energéticos. O Brasil responde por 15 bilhões de litros deste total. O álcool é utilizado em mistura com gasolina no Brasil, EUA, União Européia, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, no Japão. O gráfico 1 compara a produção de etanol em diferentes países e o gráfico 2 demonstra como o ganho de escala, a prática empresarial e as inovações tecnológicas tornaram o álcool competitivo com a gasolina.

Gráfico 1 - Produção Mundial de Álcool



FONTE: GAZZONI (2006)

Gráfico 2 - Produção e custo do álcool no Brasil



FONTE: GAZZONI (2006)

Segundo GAZZONI (2006), a cotação do barril de petróleo, (US\$10-20/barril), que vigorou até 1970, está definitivamente superado, por questões conjunturais, atualmente o preço oscila em torno de US\$60,00/barril, porém a tendência em médio prazo é de valores crescentes. Para o autor é perfeitamente razoável traçar cenários futuros, com a cotação em torno de US\$100,00 o barril partir do início da próxima década. Nesse contexto, passa a ser fundamental a relação de preços entre matérias primas (petróleo, etanol na usina, óleo vegetal). Em condições de mercado normais o preço do álcool e da gasolina (tributação exclusiva) oscila entre US\$30 e US\$35,00. Por ser uma tecnologia ainda imatura, o custo para produção de biocombustíveis derivados de óleo é estimada em torno de US\$60,00. Como a maioria dos cenários traçados para o preço internacional do petróleo prevê a continuidade da escalada de preços, consolida-se o programa do etanol combustível. Entende-se que as condições comerciais estão delineadas, em forma estrutural, para a viabilização da agroenergia enquanto componente de alta densidade do agronegócio. As pressões de cunho social (emprego, renda, fluxos migratórios) e ambiental (mudanças climáticas, poluição) apenas reforçam e consolidam essa postura, além de antecipar cronogramas.

Segundo TORQUATO (2006) a oferta mundial de álcool (combustível e industrial) para 2006 oscilou em torno de 48 bilhões de litros/ano. Desse total, o Brasil participou com 35,4%, um aumento de 4,35% em relação a 2005, que registrou um volume de 46 bilhões de

litros/ano. Na comparação com 2004, este percentual sobe para 13,7%, já que aquele ano registrou um volume de 42,2 bilhões de litros.

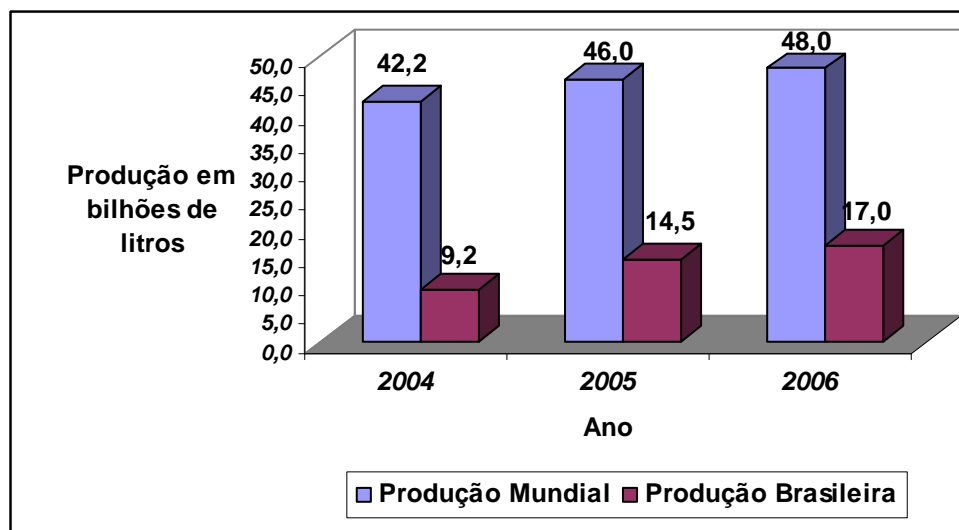
Tabela 2.3.1. Oferta Mundial de álcool em bilhões de litros/ano

Ano	Oferta Mundial de álcool bilhões litros/ano	Aumento em relação ao ano anterior
2006	48 bilhões litros/ano	4,35%
2005	46 bilhões litros/ano	13,7%
2004	42,2 bilhões de litros	-

FONTE: Elaborado a partir de TORQUATO (2006)

Conforme o gráfico abaixo observa-se um aumento na produção de etanol nos últimos anos, este aumento da oferta é reflexo do crescimento da produção de etanol nos Estados Unidos a partir do milho, da oferta brasileira de álcool e de maior demanda por combustíveis renováveis. Com esse forte incremento na demanda por etanol, a área estimada para a safra de cana para o biênio 2015/16, no Brasil, deve ser de 12,2 milhões de hectares. O país produzirá cerca de 902,8 milhões de toneladas de cana-de-açúcar para indústria, o suficiente para gerar cerca de 36 bilhões de litros de álcool.

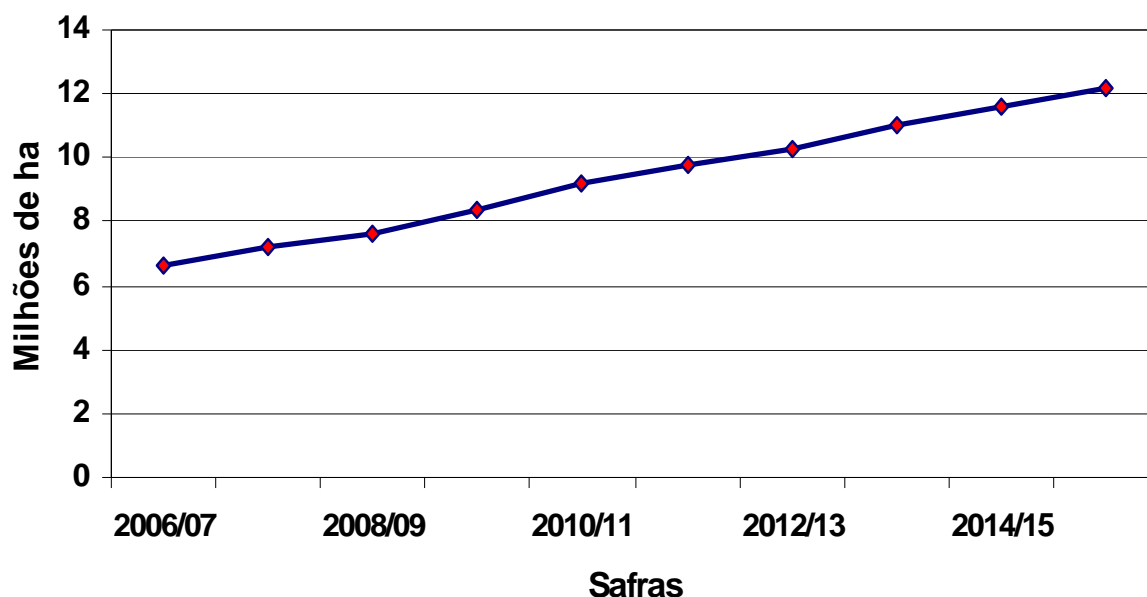
Gráfico 3 - Produção de etanol de 2004 a 2006



FONTE: Elaborado a partir de TORQUATO (2006)

Para TORQUATO (2006), a estimativa de expansão da área de cana-de-açúcar no Brasil, para atender a demanda mundial por etanol se confirmada, significa mais que dobrar a área atual nos próximos 10 anos. Esta expansão se dará de forma contínua e linear nos próximos anos, visto que, da agregação da terra até sua produção, são decorridos pouco mais de dois anos.

Gráfico 4 - Estimativa de crescimento da área plantada no Brasil com cana para indústria de no período de 2006/07 a 2015/16



FONTE: TORQUATO (2006)

Para estimar a área e a produção de cana-de-açúcar, TORQUATO (2006) utilizou variáveis como preço e demanda de açúcar e álcool nos mercados interno e externo, preço da terra, produtividade varietal e de processos. O desenvolvimento de tecnologias para produção de álcool a partir do uso da palha e do bagaço, através de hidrólise, pode alterar para baixo a estimativa de expansão da área de cana para indústria.

Apesar do maior diferencial ambiental do álcool está relacionado a origem renovável, segundo ÚNICA (2006a) existem diversos impactos negativos gerados pela monocultura da cana-de-açúcar, pela condição social e trabalhista da mão-de-obra empregada, pelo primitivo processo de colheita que obriga a queima da cana, produção e disposição de efluentes do processo industrial, entre outros, que precisam ser solucionados para que o álcool torne-se realmente uma alternativa sócio e ambientalmente sustentável.

Para TORQUATO (2006), a demanda crescente por combustíveis renováveis, especialmente o álcool, atrai novos investimentos formando novas áreas de cultivo da cana-de-açúcar para indústria. A grande escalada de demanda por combustíveis renováveis nos mercados nacional e internacional abre espaço para uma expansão canavieira sem precedentes históricos no Brasil. Esse fenômeno também vem ganhando força em outros países da América do Sul, assim como na Ásia e na África, fortalecendo dessa forma o mercado de combustíveis renováveis. No caso da África, um continente com muitos problemas sociais e

ambientais a batata-doce surge como uma alternativa, adaptada a realidade do clima e solo africano.

A principal forma de expansão canavieira está ocorrendo por meio de arrendamento de terras. O crescimento da área de cana-de-açúcar para indústria no Brasil, em especial em São Paulo, tem avançado sobre áreas de pastagem que ficaram mais eficientes e, assim, utilizam menos terras para o mesmo tamanho de rebanho, desocupando mais áreas úteis. A cana também avança sobre algumas áreas outrora ocupadas por laranjais que, em alguns casos, ficaram menos rentáveis, bem como sobre o milho e a soja.

“Atualmente, há determinação legal no sentido de que toda gasolina brasileira contenha de 20 % a 24% de álcool anidro, com variação de + ou – 1, feita de modo a equilibrar a relação entre oferta e consumo” (ÚNICA, 2006a). Ainda segundo os dados da ÚNICA, (2006a) a produção atual de álcool no mundo é da ordem de 35 bilhões de litros, dos quais 60% destinam-se ao uso combustível.

Segundo UNICA (2007) o Brasil produz 10,4 bilhões de litros/ano (cerca de 62% em São Paulo). A Gazeta Mercantil em janeiro de 2007, publicou que o Estado de São Paulo está virando um grande canavial. Apenas neste ano, as lavouras de cana-de-açúcar aumentaram em 10%, somando 40% da área de agricultura paulista. Segundo levantamento da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, na safra atual, os canaviais cresceram em 400 mil hectares (ÚNICA 2006).

Estimativas da *International Energy Agency* mostram que 35,9% da energia fornecida no Brasil é de origem renovável, no mundo, esse valor é de 13,5%, enquanto nos Estados Unidos é de apenas 4,3%. É previsível que o custo da energia obtida de fontes renováveis se tornará mais competitivo, ao longo dos próximos 20 anos, como resultado do investimento tecnológico e os ganhos de escala. Entretanto, as externalidades de mercado, como a diversificação de fontes, a distribuição do risco de suprimento e a necessidade de reduzir as emissões de poluentes, interferirão positivamente neste aspecto (PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA, 2005).

2.4 – O AGRONEGÓCIO DA BATATA-DOCE

Segundo INTERNATIONAL POTATO CENTER (2006) a batata-doce está entre as culturas de maior importância do mundo. Com produção anual superior a 133 milhões de toneladas, ocupando o quinto lugar entre as culturas comercializadas em natura em países em

desenvolvimento, depois do arroz, trigo, milho, e mandioca. A batata-doce é cultivada em mais de 100 países em desenvolvimento, sendo encontrada entre as cinco principais culturas produzidas em mais de 50 destes países.

De acordo com os dados da FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations - (2006), no quadro mundial, os maiores produtores de batata-doce, a China destaca-se como o maior produtor mundial, produzindo em 2005 mais de 107 milhões de toneladas (equivalente a 82,8% da produção mundial). No mesmo ano o Brasil ocupou o 18º lugar entre os países que mais produziram. No entanto, entre os países da América do Sul, o Brasil surge como o principal produtor, contribuindo com 538.503 mil toneladas, obtidas em uma área estimada de 48.000 hectares.

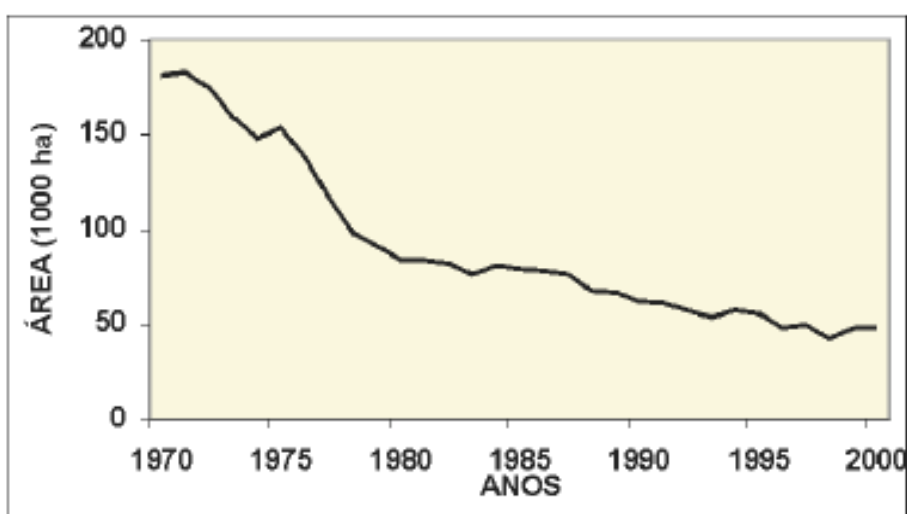
Mesmo sendo o principal produtor da América do Sul, segundo SILVA (2002a), o investimento na cultura de batata-doce é muito baixo no Brasil, e o principal argumento contrário ao investimento em tecnologia é que a lucratividade da cultura é baixa. Isso decorre do pequeno volume individual de produção, ou seja, muitos produtores ainda tendem a cultivar a batata-doce como cultura marginal, com o raciocínio de que, gastando-se o mínimo, qualquer que seja a produção da cultura constitui um ganho extra. Dessa forma, é obtido um produto de baixa qualidade e sofre restrições na comercialização.

Ao se comparar os custos de produção e os índices de produtividade, percebe-se que uma questão básica é a falta de investimento por parte do produtor, torna-se necessário pesquisar mercados e descobrir oportunidades de estabelecer compromissos de produção com alta qualidade, garantindo assim a comercialização e a possível regularidade de uma produção programada. A produtividade média brasileira esta em torno de 10 ton/ha (500 caixas/ha), sem adotar um sistema tecnológico, enquanto, que adotando um sistema tecnológico, que representa aumento no custo de produção de em torno de R\$ 650,00 por hectare acessível a qualquer produtor, obtém-se a produtividade de 22 ton/ha (1.100 caixas/ha) (SILVA, 2002a).

Segundo dados do IBGE (2003), os estados da região Sul, Rio Grande do Sul e Paraná lideram a produção brasileira de batata-doce (quase 30% do total), seguidos pelos estados de São Paulo, Paraíba e Pernambuco, o que vem demonstrar a possibilidade de plantio em todas as regiões do País. Ao contrário da cana-de-açúcar, altamente exigente em solos de boa fertilidade, a batata-doce se adapta bem a solos de baixa fertilidade, podendo ser produzida em regiões onde não seria viável economicamente a produção de cana-de-açúcar (MAGALHÃES *et al.* 2006).

Segundo SILVA (2002a) a produção brasileira teve um forte declínio nas últimas décadas (conforme o gráfico abaixo). Por outro lado, percebe-se que o índice de produtividade tem sido crescente nos últimos anos, revelando que o sistema de produção tem sofrido mudanças que indicam uma evolução do nível tecnológico, embora muitas tecnologias disponíveis ainda sejam raramente aplicadas nessa cultura. Apesar da grande decadência, verifica-se pelos dados estatísticos, que a batata-doce ainda detém o 6º lugar entre as hortaliças mais plantadas no Brasil.

Gráfico 5 - Área cultivada com batata-doce no Brasil



FONTE: SILVA et al (2002)

Por outro lado, se comparada com culturas como arroz, banana, milho e sorgo, a batata-doce é mais eficiente em quantidade de energia líquida produzida por unidade de área e por unidade de tempo. Isso ocorre porque produz grande volume de raízes em um ciclo relativamente curto, a um custo baixo, durante o ano inteiro. Em termos de volume de produção mundial, a cultura ocupa o sétimo lugar, mas é a décima quinta em valor da produção, o que indica ser universalmente uma cultura de baixo custo de produção (SILVA *et. al* 2002a).

2.4.1 Custos para a produção do etanol

Os custos de produção do álcool são diretamente ligados à produtividade da lavoura e ao rendimento industrial do processo de produção do etanol. Nas últimas duas décadas, o

desenvolvimento e a implantação de novas técnicas e tecnologias no setor sucroalcooleiro foram os grandes responsáveis pela redução nos seus custos de produção. O custo da produção do etanol brasileiro, no Centro-Sul do País, situa-se atualmente em torno de US\$0.20/litro.-, enquanto os custos avaliados para o etanol de milho nos EUA atingem US\$0.33/litro, e na Europa, o etanol produzido de trigo ou beterraba chega, respectivamente, a US\$0.48 e US\$0.52 (dezembro/2004, US\$1.-/R\$2,80). E ainda se teria que somar as externalidades positivas desse combustível para configurar-se finalmente o seu custo real, inclusive ecológico (ÚNICA 2007).

Na verdade a questão do custo de produção do álcool ainda gera controvérsias, tendo sido objeto de vários estudos que chegaram a diferentes resultados, em função de diversos fatores. Oficialmente os custos de produção do álcool em cada safra são levantados pela Fundação Getúlio Vargas, de São Paulo (FGV), a partir de um grupo de usinas escolhidas aleatoriamente. Segundo FERREIRA (2002), no que tange o custo de produção do álcool de cana-de-açúcar, houve uma expressiva queda, resultado das melhorias na tecnologia de produção agrícola e industrial. Nas condições atuais, o custo de US\$ 200/m³ ou cerca de R\$ 0,70/l, enquanto que o preço ao consumidor está em cerca de R\$ 1,30/l.

Conforme demonstra-se na tabela abaixo, houve um desalinhamento no preço do álcool de 2003 a 2006. Embora esse desalinhamento de preço não seja uma regra, o mesmo retrata às variações e, às vezes distorções de preços que podem ocorrer no setor sucroalcooleiro ao longo de algumas safras. O custo de produção do álcool hidratado em grandes usinas é de cerca de US\$ 0,35 o litro e, segundo especialistas, este custo pode ser menor em destilaria de menor porte.

Tabela 2.4.1 Preço para comercialização e produção do álcool de 2003 a 2006

ANO	PREÇO R\$
2003	1,108
2004	0,427
2005	0,766
2006	1,021

FONTE: ÚNICA (2006)

Já os custos para implantação e os preços de equipamentos para usinas sucroalcooleiras tem sido alvo de constante aumento, para se montar uma usina no Brasil, gasta-se hoje US\$ 75 por tonelada de cana moída de capacidade instalada. Isso quer dizer que

para uma usina com capacidade de dois milhões de toneladas por safra é necessário um investimento de cerca de US\$ 150 milhões, segundo os cálculos do diretor técnico da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (Única), Antonio de Pádua Rodrigues. Para o presidente do Centro das indústrias de Sertãozinho - SP e Região (Ceise) maior região produtora de etanol do país, Mário Garrefa, a elevação dos custos reflete a alta do preço internacional do aço e o aumento da tecnologia aplicada nos equipamentos (ÚNICA, 2006).

2.4.2 A comercialização do etanol

Para comercialização do etanol os produtores e revendedores devem atender as solicitações da ANP – Agência Nacional do Petróleo. A Resolução ANP Nº 36, de 6.12.2005 – DOU 7.12.2005 (conforme anexo) estabelece as especificações e classificam o Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) e do Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC). Os produtores devem estar atentos para o Regulamento Técnico ANP Nº 7/2005 que dita as normas e os métodos de análises do produto.

A determinação das características do produto far-se-á mediante o emprego de Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) ou Normas da American Society for Testing and Materials (ASTM). A análise do produto deverá ser realizada em amostra representativa do mesmo, coletada segundo as normas ASTM D4057 – Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products ou ASTM E300 – Practice for Sampling Industrial Chemicals.

Segundo as Análises preliminares realizadas pela equipe LASPER, utilizando a Metodologia Adolfo Lutz, o etanol processado pela mini-usina piloto esta em 96°GL, o que atende as especificações da normas da ANP °INPM de AEHC 96,6 a 93,8°GL.

O Projeto de Lei Nº 1.398, de 2003, estabelece critérios para a produção e a comercialização de álcool hidratado automotivo pelas unidades produtoras, com capacidade de até 5.000 litros/dia. As unidades produtoras de álcool hidratado automotivo, com capacidade de até 5.000 litros/dia, poderão vender seus produtos para cooperativas de produtores.

As cooperativas de produtores poderão comercializar o álcool hidratado automotivo comprado das pequenas unidades produtoras. As cooperativas de produtores somente poderão entrar em operação mediante prévia autorização da Agência Nacional do Petróleo – ANP e do órgão competente integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. A atividade de produção a que se refere esta lei consiste na fabricação de álcool hidratado

automotivo em pequenas unidades produtoras, com capacidade de produção de até 5.000 litros/dia, em estabelecimento denominado microdestilaria. A atividade de comercialização a que se refere esta lei consiste na compra de álcool hidratado automotivo de microdestilaria e na venda desse produto, por estabelecimento denominado cooperativa de produtores, a postos revendedores ou consumidores finais. A Agência Nacional do Petróleo regulamentará as atividades de comercialização de álcool hidratado automotivo definida neste artigo.

A atividade de comercialização poderá ser exercida por cooperativa de produtores constituída sob as leis brasileiras que atender, em caráter permanente, aos seguintes requisitos:

I – possuir registro de cooperativa de produtores expedido pela ANP; e

II – dispor de tancagem para armazenamento e equipamento medidor de álcool hidratado.

A construção das instalações e a tancagem da cooperativa de produtores deverão observar as normas técnicas e os regulamentos aplicáveis. A construção a que se refere este artigo prescinde de autorização da ANP.

O projeto de Lei nº. 5.369 de 2005 institui o Programa Nacional de Pequenas Destilarias de Álcool Combustível – PROPED, que define como pequena ou mini-destilaria a unidade industrial capaz de produzir até 10.000 litros de álcool por dia. Este programa atende, prioritariamente, as cooperativas de produção agrícola, os inscritos em projeto de agricultura familiar, os meeiros, parceiros comodatários e os pequenos e médios produtores rurais, cujas propriedades sejam oriundas de projetos de reforma agrária executados pelo INCRA (Instituto Nacional Para a Reforma Agrária), e pode beneficiar os agricultores interessados em cultivar e implantar mini-usinas em suas propriedades.

2.5 ASPECTOS SOCIAIS DA PRODUÇÃO DO ETANOL

Estudos realizados pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e de Integração Nacional mostram que a cada 1% de substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis, produzido com a participação da agricultura familiar, poderia gerar 45 mil empregos no campo, com uma renda média anual de R\$ 4.900,00 por emprego. Tomando como base que cada emprego gerado cria mais três novos empregos na cidade, estima-se que 180 mil novos postos de trabalho poderão ser criados. Nessa ótica estima-se que 6% da participação da agricultura familiar no Brasil, projetariam

uma geração de um milhão de empregos nos próximos anos (HOLANDA, 2004 *apud* SCANDIFFIO 2005).

Segundo a ÚNICA (2004) *apud* SCANDIFFIO (2005), a agroindústria sucroalcooleira, além de abrigar 60 mil produtores rurais que fornecem cana-de-açúcar, mantém diretamente mais de 600 escolas, mais de 200 creches e mais de 300 ambulatórios médicos em todo o Brasil. De acordo com a entidade, no estado de São Paulo “quase todos” os trabalhadores do setor usufruem dos direitos da legislação trabalhista brasileira. A remuneração e os benefícios recebidos pela categoria atingem, em média, 3,5 vezes mais do que o salário mínimo nacional (R\$ 270,00 equivalente a cerca de US\$90,00 em maio de 2004). Isto vale para os trabalhadores da lavoura, os quais detêm um baixo nível de escolaridade. Para as ocupações industriais, a média é 5,3 vezes superior. Considerando as funções menos remuneradoras (trabalhadores rurais), o salário médio mais os benefícios chegam a US\$ 291,00 por mês, ou seja, cerca de 3,35 vezes o salário mínimo estabelecido por lei brasileira (SCANDIFFIO, 2005).

A geração de empregos (agrícolas e industriais) tem sido um dos pontos mais fortes da indústria da cana. Há grandes diferenças regionais e as características do emprego têm evoluído nos últimos dez anos; mas o fato é que o programa do álcool tem ajudado a reverter à migração para as áreas urbanas, fixando o trabalhador rural no campo com renda e trabalho digno, melhorando a qualidade de vida em muitas localidades, atingindo atualmente cerca de 1,5 milhões (600 mil empregos diretos e 900 mil empregos indiretos) (UNICA, 2003 *apud* SCANDIFFIO 2005).

Quadro 2.4.1 Salário médio pago pela indústria canavieira

SALÁRIO MÉDIO MENSAL			BENEFÍCIOS MENSAIS	
Trabalhadores rurais cultivo/ colheitas	R\$ 574,00	US\$ 200,00	R\$ 262,00	US\$ 91,30
Trabalhadores no processamento de açúcar e álcool	R\$ 898,00	US\$ 312,89	R\$ 382,00	US\$ 133,00
Motoristas/ Tratoristas	R\$ 825,00	US\$ 287,50	R\$ 287,00	US\$ 100,00

FONTE: UNICA 2003 *apud* SCANDIFFIO 2005

Mas existem ambigüidades sobre a geração de emprego na indústria canavieira. SCANDIFFIO (2005) relata em seu trabalho as dificuldades de trabalhadores migrantes de outras regiões para a região Sudeste. Para estes, estabelecer-se nas cidades representa um desafio, devido ao alto preço dos aluguéis, situação que leva os migrantes a ocuparem bairros

periféricos e, inclusive, áreas de risco, a exemplo das margens dos rios e das dificuldades encontradas pelos trabalhadores temporários com relação à contratação dos serviços, o que é feito frequentemente por intermediários, empreiteiros de mão de obra. Estes empregadores raramente registravam devidamente os trabalhadores contratados, deixando de pagar os direitos trabalhistas devidos.

Em seu trabalho SCANDFFIO (2005) cita GUEDES *et al.* (2002) aponta para um maior nível de desemprego dos trabalhadores temporários no setor sucro-alcooleiro. Embora os números para o país sejam polêmicos, no Estado de São Paulo, em algumas usinas, tem havido redução no emprego de volantes de até 40% na época da safra em 1999, fato que pode ser explicado pelo aumento da mecanização do processo produtivo, que acontece com maior ênfase no corte da cana, deslocando os trabalhadores absorvidos para tal finalidade. Na realidade, o novo ambiente competitivo tem levado empresas do setor canavieiro a adotarem diferentes estratégias frente à desregulamentação. Com isso, diversas atividades foram terceirizadas, as quais se traduziram, para os trabalhadores do setor sucro-alcooleiro, em redução dos direitos trabalhistas.

Para SCANDIFFIO (2005), dado o potencial de empregabilidade apresentado pela indústria canavieira, essa dinâmica social deve ser tratada e inserida dentro de um contexto de sustentabilidade.

Para MATTOS & MATTOS (2004), a importância da cana para a indústria na agropecuária paulista, deve-se principalmente pela sua participação na demanda da força de trabalho. Do total de 810,5 mil Equivalentes-Homem-Ano (EHA) na agropecuária, a cana para indústria contribui com 368,6 mil EHA, ou seja, quase metade do emprego agropecuário (45,5%). Essas informações demonstram que, para o emprego agropecuário, as plantações de cana para indústria apresentam grande relevância estratégica e, qualitativamente, impactos sociais expressivos. Essa demanda da força trabalho revela que a cana para indústria é a maior empregadora de mão-de-obra não qualificada. A eliminação da despalha da cana por queima atinge exatamente esse perfil de trabalhadores empregados na colheita, podendo gerar efeitos sociais perversos.

Segundo CONTADOR (2000), quando se trata de estimar o custo social da mão-de-obra ingressamos num campo polêmico, por várias razões. Pois, o estabelecimento do preço, ou de normas para o emprego do fator trabalho envolve questões diretamente relacionadas com a distribuição fatorial da renda, com o nível de emprego, e com o bem estar da

população. A mão-de-obra acaba exercendo um importante papel não só nos custos como também nos benefícios sociais que possa gerar.

2.6 TEORIA MICROECONÔMICA APLICADA A ANÁLISE SOCIAL DE INVESTIMENTOS

A economia disciplina marcada pela coexistência de vários paradigmas, pode ser classificada distinguindo-se as Escolas Neoclássica, Keynesiana, Institucionalista e Marxista. Mas quando se trata de das questões microeconômicas, a teoria neoclássica se consolidou como modelo dominante. A teoria neoclássica centra sua análise no problema da alocação ótima de recursos, sendo que o sistema de mercado determina o equilíbrio único e estável.

A teoria dos custos de produção faz parte da microeconomia e procura explicar o comportamento dos custos de produção a curto e longo prazo. A distinção entre custos de curto e longo prazo é importante, para que os administradores das empresas possam decidir que quantidade produzir e para que isso ocorra necessitam saber de que modo seus custos variáveis, aumentam com a elevação do nível de produção em determinado prazo.

2.6.1 Custos de Produção

Segundo PINDICK & RUBINFELD (2002), os custos de produção são os gastos atribuídos às quantidades que foram produzidas. Estes custos podem ser analisados sob dois prismas: considerando o período de tempo em que certos insumos não podem ser aumentados ou diminuídos, tem-se o custo a curto prazo, e se o período de tempo permitir que todos os insumos variem, tem-se então o custo a longo prazo. De forma geral, chamamos os valores investidos na produção em dispêndios ou custos.

2.6.1.1 Custos de Produção a Curto Prazo (CP)

O planejamento técnico do nível de produção de uma empresa passa pela medida dos custos de produção. Dessa forma, para se compreender como os produtores alcançam a eficiência econômica, antes deve-se saber como as empresas organizam tecnicamente sua produção e qual o comportamento dos custos em processos alternativos de alocação de insumos. Na medida em que ocorrem alterações nos níveis de produção isso afeta os custos

de produção. Entretanto, a intensidade desta mudança depende dos rendimentos marginais dos insumos utilizados no processo de produção (RODRIGUES, 2002).

O custo econômico total (CT) de produção de uma empresa pode ser classificado em:

- Custos fixos (CF): corresponde a uma parcela do CT que independe do nível de produção de uma empresa; são gastos efetuados com os insumos fixos que devem ser pagos independentes do nível de produção que a empresa tenha, como por exemplo, o salário de um número de funcionários que estão na empresa independente da quantidade produzida.

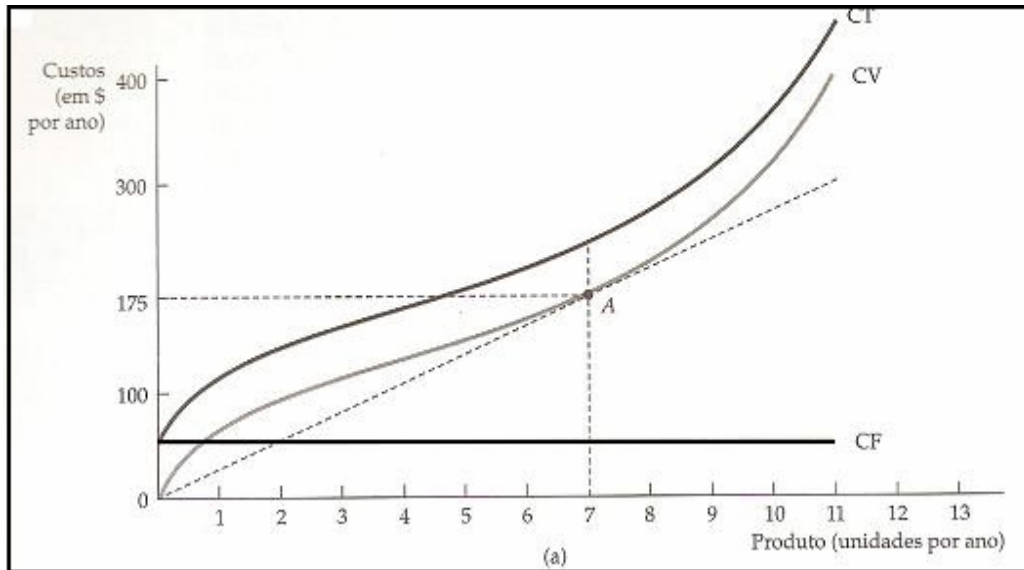
- Custos variáveis (CV): são custos que variam conforme o nível de produção; dispêndio com fatores de produção variável, no caso de uma empresa agrícola os custos variáveis corresponde a dispêndio com fertilizantes, herbicidas, matérias-primas, entre outros.

Como se observa, à medida que ocorrem alterações nos níveis de produção os custos também se modificarão. Entretanto, a elevação desses custos depende da natureza do processo produtivo, particularmente, dos rendimentos dos insumos utilizados no processo produtivo.

No curto prazo (CP), a única forma que uma empresa pode aumentar sua produção é aumentando o uso do fator de produção variável, de forma que cada unidade a mais de insumo variável utilizado no processo de produção gera quantidades a mais de produto. Essa produção adicional é chamada de produto marginal (PMg) do fator variável. O PMg cresce a medida em que se aumenta o uso de um determinado insumo variável, porém, como alguns insumos no processo são fixos, chegará um ponto em que a produção adicional decresce. Esse processo é conhecido como “lei dos rendimentos decrescentes”.

O aumento da produção, conseqüentemente, resulta no aumento do custo total de produção (através do aumento do componente custo variável). O custo marginal (CMg) é definido como sendo a variação do custo devido à produção adicional de uma unidade de produto. Através do CMg o produtor fica sabendo quanto custará aumentar o nível de produção em uma unidade, podendo escolher o nível de produção que maximiza o lucro de uma empresa que opera em um mercado competitivo, condição obtida quando o custo marginal é igual à receita marginal (RMg) (preço), não necessariamente quando o nível de produção é máximo (BARBOSA, 2006).

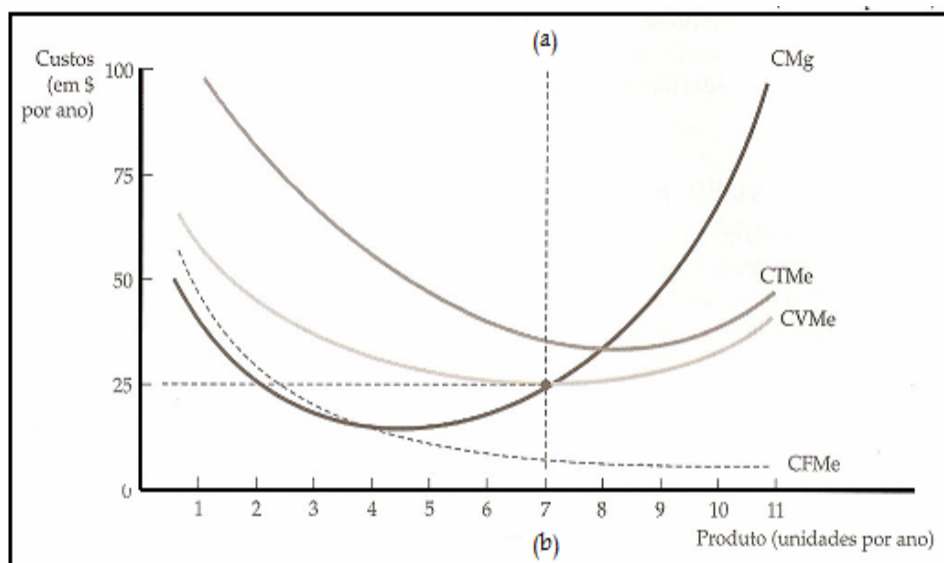
A figura abaixo ilustra como as varias medidas de custos mudam quando o produto aumenta. Observa-se que o custo fixo, CF, não varia com a produção, sendo apresentado por uma linha horizontal. O custo variável CV é zero, quando a produção é zero e então aumenta continuamente à medida que a produção se eleva. A curva de custo total CT, é determinada adicionando-se verticalmente as curvas de custo fixo e variável.



FONTE: PINDICK & RUBINFELD (2002)

Figura 3 – Curva de custo de produção a Curto Prazo

A figura seguinte mostra o conjunto correspondente de curvas de custo marginal e de custo variável médio. Sendo o custo fixo total igual a \$50, a curva de custo fixo médio, CFMe, apresenta queda contínua a partir de \$50 tende a zero. O formato das demais curvas de curto prazo é determinado pela relação entre as curvas de custo marginal e custo médio. Sempre que o custo marginal for inferior ao custo médio, a curva de custo médio apresentará declínio. Sempre que o custo marginal estiver acima do custo médio, a curva de custo médio apresentará elevação. Quando o custo médio estiver em seu ponto mínimo, o custo marginal será igual ao custo médio ou custo variável médio.



FONTE: PINDICK & RUBINFELD (2002)

Figura 4 - Curvas de custo marginal e de custo variável médio

2.6.1.2 Custos de Produção a Longo Prazo

Segundo PINDICK & RUBINFELD (2002), a longo prazo, a empresa tem possibilidade de variar todos os seus insumos, podendo modificar a quantidade de capital que emprega (mesmo que o capital inclua maquinaria específica que não tenha uso alternativo, tais gastos ainda não se tornaram irreversíveis e precisam ser considerados). Diferentemente do que ocorre com os gastos com mão-de-obra, são necessários grandes gastos iniciais com bens de capital. A fim de comparar os gastos da empresa com bens de capital aos seus custos correntes de mão-de-obra, precisamos expressar esses gastos como fluxo. Para fazê-lo, precisamos amortizar esses gastos distribuindo-os pela vida útil dos bens de capital, considerando também os juros perdidos que a empresa teria obtido se tivesse investido os recursos de outra forma.

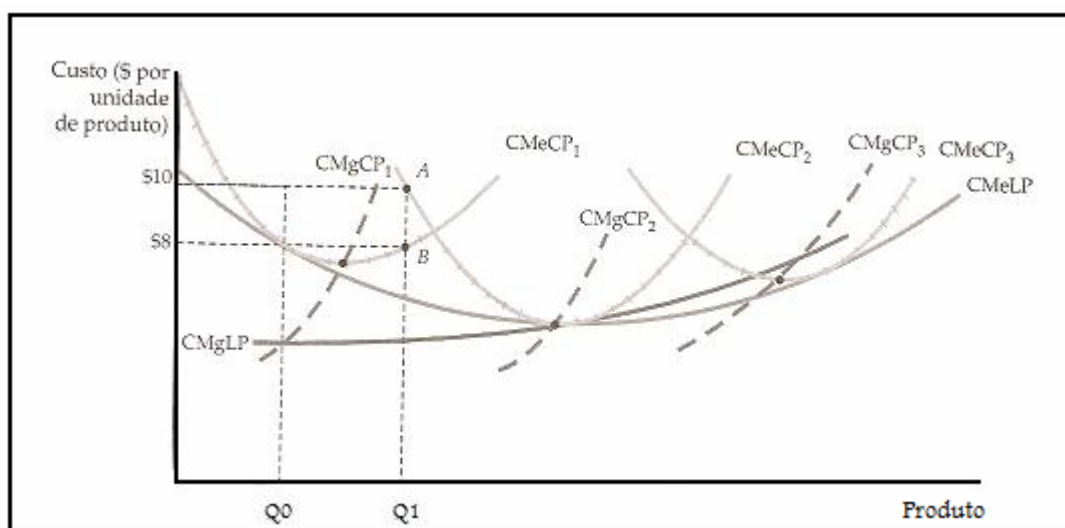
No longo prazo todos os insumos da empresa podem ser variados, devido ao fato de o planejamento abranger um período suficientemente extenso para que seja possível a realização de modificações inclusive nas dimensões da fábrica. Tal flexibilidade adicional possibilita que a empresa obtenha uma produção com menor custo médio do que em curto prazo. Pode vir a ser do interesse da empresa modificar a proporção dos insumos à medida que o nível de produção se modificar. Quando são modificadas as proporções entre os insumos. Em vez disso diz-se que a empresa apresenta economias de escala quando ela é capaz de duplicar sua produção com menos do que o dobro dos custos. Da mesma forma, existem deseconomias de escala quando a duplicação da produção corresponde a mais do que o dobro dos custos (PINDICK & RUBINFELD 2002).

Agora supondo que existam muitas opções em termos de tamanho de fábrica cada qual com uma curva de custo médio a longo prazo com seu valor mínimo de \$ 10. Novamente, a curva de custo médio a longo prazo corresponde à envolvente das curvas de curto prazo. Na figura isso é expresso pela linha reta CMeLP. Portanto qualquer que seja o nível de produção escolhido pela empresa, ela pode optar por um tamanho de fábrica que lhe permita obter tal produção com custo médio mínimo de \$ 10 por unidade.

Havendo economias e deseconomias de escala, a análise permanece essencialmente a mesma, embora a curva de custo médio a longo prazo não seja mais uma linha horizontal. A figura ilustra o caso típico em que três opções de tamanhos de fábrica são possíveis; o custo médio mínimo é mais baixo para uma fábrica de tamanho intermediário. A curva de custo

médio a longo prazo, portanto, exibe inicialmente rendimentos crescentes de escala, mas, ao atingir níveis mais elevados de produção, passa a exibir rendimentos decrescentes de escala. Novamente, as linhas hachuradas correspondem ao custo médio a longo prazo associado às três fábricas (PINDICK & RUBINFELD 2002).

Na figura a seguir, a envolvente que surgiria caso fosse possível construir fábricas de qualquer tamanho é indicada pela curva CM_{eLP} , que apresenta formato em U. Observe novamente que, a curva CM_{eLP} jamais se situa acima de quaisquer curvas de custo médio a curto prazo. Observa-se também que os pontos de custo médio mínimo da menor e da maior fábrica não estão situados sobre a curva de custo médio a longo prazo, pois existem economias e deseconomias de escala no longo prazo. Por exemplo, uma pequena fábrica operando ao custo médio mínimo não seria eficiente, pois uma fábrica maior poderia ser mais vantajosa em decorrência de seus rendimentos crescentes de escala, por meio dos quais é possível produzir a um custo médio inferior.



FONTE: PINDICK & RUBINFELD (2002).

Figura 5 - Curva de Custo de Produção a Longo Prazo.

2.6.2 Teoria das Externalidades

O conceito de externalidade é parte da teoria econômica neoclássica do bem-estar e foi elaborado pela primeira vez por PIGOU em 1920 (MATTOS & MATTOS 2004). As externalidades advêm de falha do mercado, que fazem com que determinados efeitos de atividades econômicas não sejam contabilizados no processo de transação. É importante que

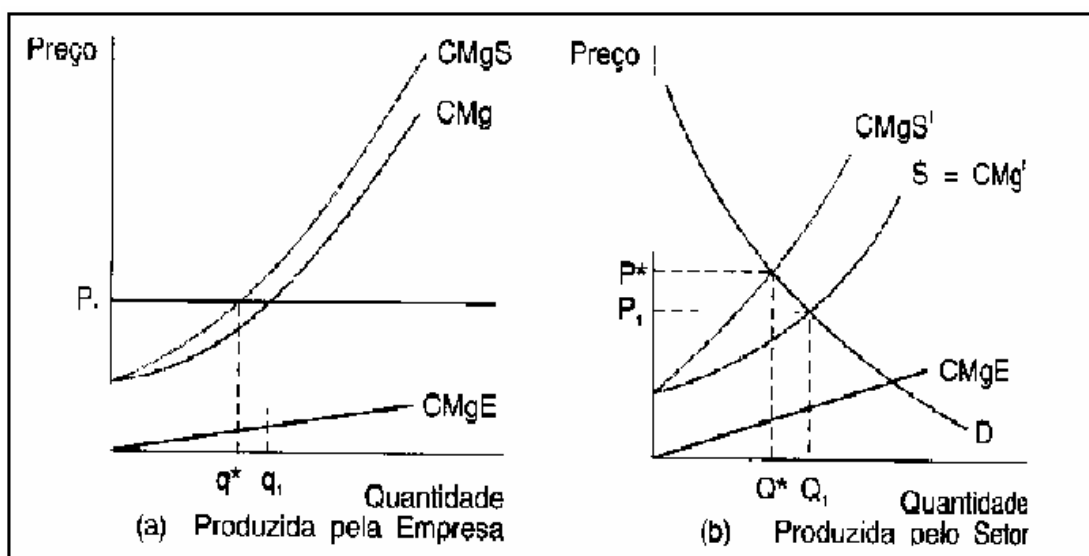
eles sejam considerados, pois representam os efeitos das atividades econômicas sobre a sociedade como um todo e não somente sobre as partes envolvidas na transação econômica e, portanto, podem refletir preferências sociais em oposição a preferências individuais. Os custos sociais de uma atividade econômica são formados pelos custos privados (internos) e dos custos externos, sendo sua quantificação necessária para que se conheçam os custos reais, para a sociedade, da produção de bens e serviços. O custo adicional das externalidades pode ser acrescentado ao custo privado da produção de bens e serviços para refletir seu custo real (BAUEN *in* ROSILLO-CALLE *et. al* 2005).

A política ambiental não se preocupa somente com os problemas de preservação ambiental, mas está com o foco direcionado para as questões de custo-benefício. Isto quer dizer que não basta à identificação de parâmetros para o controle ambiental e para a manutenção/incremento dos recursos naturais, necessita-se também da avaliação do custo que a sociedade paga para obter os resultados almejados (GUIMARÃES *et al.*, 1995 apud MATTOS, 2004).

Durante uma atividade econômica, seja ela de produção ou de consumo, são gerados alguns 'efeitos' que não são transacionados no mercado. Para PINDYCK & RUBINFELD (2002) os efeitos das atividades de produção e consumo que não se refletem diretamente no mercado são exemplos de externalidades. A principal característica de externalidades é que há bens com os quais as pessoas se importam e que não são vendidos nos mercados, sendo que, é a ausência desses mercados para as externalidades que causam problemas. Existem externalidades de consumo e externalidades de produção, elas podem surgir entre produtores, entre consumidores ou entre consumidores e produtores. Note-se que essas externalidades podem ser negativas (custos externos) - ocorre quando uma das partes impõe custos à outra - ou positivas (benefícios externos) – quando uma das partes beneficia a outra (RODRIGUES 2002).

Devido ao fato de as externalidades não estarem refletidas nos preços de mercado, elas podem ser causas de ineficiência econômica e ineficácia social. Uma empresa competitiva, particularmente uma propriedade agrícola, escolhe um nível de produção em que o custo marginal (CMg) se iguala ao preço (receita marginal - RMg), condição que leva a maximização do lucro. Entretanto, sua produção, pode gerar uma série de resíduos e danos ao meio ambiente. Por hipótese essa propriedade agrícola apresenta uma função de produção de proporções fixas, de tal forma que a quantidade de resíduos gerados só pode ser reduzida por

meio da redução do nível de produção e nem sempre o produtor está disposto a reduzir a produção e o seu lucro (RODRIGUES, 2002).



FONTE: PINDICK & RUBINFELD (2002)

Figura 6 – Diagrama das Externalidades

Conforme o diagrama acima a empresa agrícola maximiza seu lucro onde a quantidade de produção é q_1 , em condições de livre mercado, nível onde há igualdade de custo marginal (Cmg) e o preço do produto (P_1). No entanto, observa-se que durante o processo produtivo foram gerados uma série de resíduos e dejetos que causam um custo marginal de emissão (CmgE), que cresce juntamente com a quantidade produzida e prejudica outros agentes econômicos que compartilham o mesmo recurso ambiental. Porém, esse custo não é internalizado na função de produção do produtor/poluidor e nem no sistema de preços, de forma que o Cmg não reflete o verdadeiro custo de produção e a quantidade produzida, q_1 , é ineficiente do ponto de vista social (PINDICK & RUBINFELD 2002).

Para MATTOS (2004) a ênfase dada aos aspectos econômicos é justificada pela crescente preocupação com a questão ambiental, e com o aumento vertiginoso das externalidades ambientais do processo produtivo, que vem alterando as análises benefício/custo. É preciso reconhecer as externalidades ambientais do processo produtivo e a necessidade de internalização econômica desses efeitos já que os custos da degradação ambiental e do consumo de recursos naturais não têm sido computados nos processos produtivos.

2.6.2.1 Medição de Externalidades Ambientais: Técnicas de Valoração

Todas as sociedades dependem do ambiente em que vivem, entretanto, o valor dos recursos naturais é primordialmente mais implícito do que explícito e acaba sendo em alguns casos, um valor subjetivo. Valorar o ambiente é estimar o seu valor monetário em relação aos outros bens e serviços na economia. O cálculo da valoração deve conter informações sobre o uso ou estágio de degradação do meio ambiente e suas relações com o desenvolvimento econômico. A valoração ambiental é uma maneira de descrever a interação entre as atividades humanas e o meio ambiente, fornecendo referências para políticas de preservação ambiental, processos de danos causados à natureza, processos de desapropriações e, até mesmo, a inserção das contas ambientais no sistema de contabilidade da nação, no contexto da globalização. No entanto, para se fazer uma análise da obtenção da valoração de qualquer área, é imprescindível entender o significado da palavra valor (ROCHA, 2003 apud SILVA et al 2006).

Para os economistas de tendência neoclássica, linha predominante nas investigações sobre assuntos ambientais, a teoria econômica neoclássica fornece consistência às concepções sobre o valor econômico do meio ambiente e permite a operacionalização de tais conceitos nas investigações empíricas, pois a teoria neoclássica de alocação pressupõe que o capital natural pode ser substituído infinitamente pelo capital material (feito pelo homem). Ainda segundo esses economistas o mercado visa estabelecer valores para os recursos ambientais, mesmo na situação em que não exista mercado para os referidos bens (MARQUES e COMUNE, 2001 apud SILVA et al 2006).

A valoração econômica dos impactos ambientais, de uma forma geral, e dos impactos da atividade agropecuária, de forma particular, enfrenta várias dificuldades metodológicas. Como valorar a queda da qualidade da água devido à contaminação? Como calcular as externalidades causadas pela erosão dos solos e o conseqüentemente assoreamento dos rios? Quais são os reais prejuízos trazidos para a sociedade no desmatamento das matas ciliares? Talvez o levantamento biofísico desses danos ambientais seja feito com a evolução das ciências ambientais, até com certa tranquilidade, mas o principal desafio para a ciência econômica aplicada ao meio ambiente é justamente valorar esses danos ambientais (RODRIGUES 2002).

Para MATTOS & MATTOS (2004), a valoração econômica ambiental, justificada como essencial para interromper a degradação dos recursos naturais, requer ainda, por ser uma técnica muito nova, estudos mais profundos, pois pesquisas sobre sua aplicação para internalização nos processos produtivos e para medir os impactos econômicos de atividades agroindustriais. A princípio, não existem mercados que possam ser usados para determinar diretamente o valor da grande maioria dos bens e serviços ambientais. A literatura econômica tradicional sugere que o valor de um bem e serviço ambiental pode ser mensurado levando-se em conta a preferência individual pela preservação, conservação ou utilização deste bem e serviço (NOGUEIRA & MEDEIROS, 1998). Dessa forma, o Valor Econômico Total (VET) do meio ambiente pode ser representado pela seguinte expressão:

$$\text{VET} = \text{valor de uso} + \text{valor de opção} + \text{valor de quase-opção} + \text{valor de existência}$$

Segundo RODRIGUES (2002) o valor de uso é aquele atribuído pelas pessoas que realmente usam ou usufruem do recurso ambiental. O valor de opção refere-se ao valor da disponibilidade do recurso ambiental para o uso futuro. O valor quase-opção representa o valor de reter as opções de uso futuro do recurso, em virtude do desenvolvimento tecnológico. O valor de existência é um valor atribuído ao fato de o recurso ambiental existir enquanto tal, participando de processos de equilíbrio ecossistêmico, independente do seu uso atual e futuro, como por exemplo, a tendência que as pessoas têm em atribuir valores elevados a ativo como florestas e animais em extinção, mesmo que não tencionem usá-los ou apreciá-los no presente ou no futuro.

Assim para NOGUEIRA & MEDEIROS *apud* RODRIGUES (2002), a valoração econômica passa pelo cálculo do VET para o bem ou serviço ambiental em análise. Entretanto, o valor econômico total do meio ambiente não pode ser integralmente revelado por relações do mercado. Muito dos seus componentes não são comercializados no mercado, e os preços dos bens econômicos não refletem o verdadeiro valor da totalidade dos recursos usados na sua produção. Nesse sentido, o problema prático com a valoração econômica está no fato de se obter estimativas plausíveis a partir de situações reais, em que as forças de mercado não são efetivamente aplicáveis.

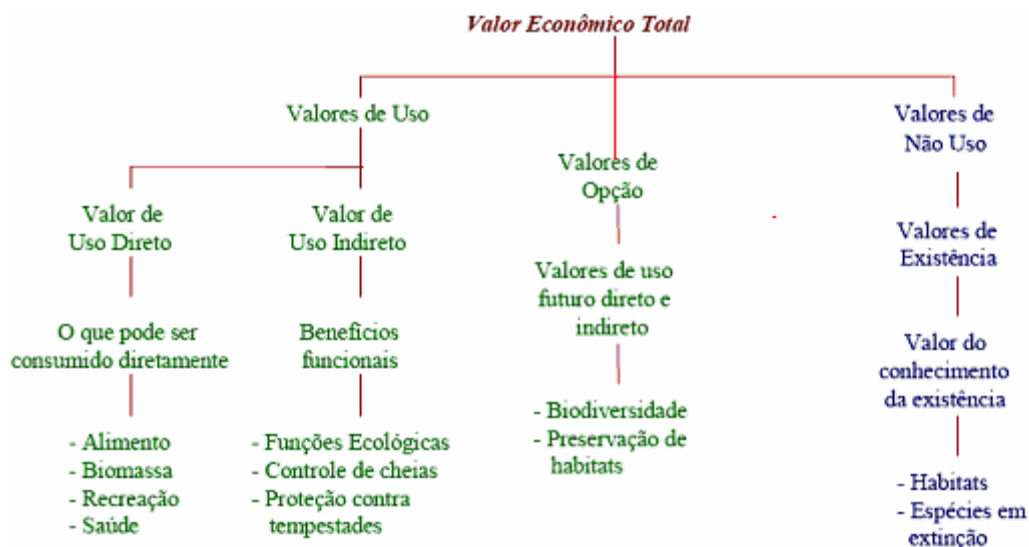


Figura 7 - Categorias de valores econômicos atribuídos ao patrimônio ambiental³

A importância dos métodos de valoração ambiental decorre não só da necessidade de dimensionar impactos ambientais, internalizando-os à economia, mas também da necessidade de evidenciar custos e benefícios decorrentes da expansão da atividade humana. Os métodos de valoração procuram estimar valores econômicos, embora, na maioria dos casos, não seja possível estimar separadamente as parcelas do valor mensurado (MATTOS, 2004).

2.6.2.2 Método Custo-Reposição e suas aplicações na produção de etanol

O Método Custo de Reposição (MCR), baseia-se no custo de reposição ou restauração do recurso ambiental danificado, onde este custo pode ser entendido como uma medida de seu benefício (PEARCE, *apud* NOGUEIRA & MEDEIROS, 1998). Por exemplo: custos de reflorestamento em áreas desmatadas para garantir o nível de produção madeireira; custos de reposição de fertilizantes em solos degradados para manutenção da produtividade agrícola.

As estimativas do MCR, para repor ou reparar o bem ou o serviço danificado, baseiam-se em preços de mercado não utilizando estimativas de curvas de demanda. Por utilizar esses preços (preço-sombra), este método se inclui numa abordagem de mercado.

³

FONTE: adaptado de FIGUEROA (1996) *apud* BARBOSA (2006)

Segundo PEARCE (1993)⁴ o MCR é freqüentemente utilizado como uma medida do dano causado. Essa abordagem é correta nas situações em que é possível argumentar que a reparação do dano deve acontecer em razão de alguma outra restrição. É o caso do padrão de qualidade da água: os custos para alcança – lo são uma *proxy* dos benefícios que esse padrão proporciona à sociedade. O MCR associa diretamente alterações na qualidade do ambiente com as alterações ocorridas na produtividade dos fatores, no produto físico final da atividade econômica, que, conseqüentemente, resulta em alterações nos custos de produção e nas receitas geradas pelas unidades econômicas que sofrem os impactos ambientais.

Para NOGUEIRA & MEDEIROS (1998), a operacionalização desse método é feita pela agregação dos gastos efetuados na reparação dos efeitos negativos provocados por algum distúrbio na qualidade ambiental de um recurso utilizado numa função de produção. Considerem um solo utilizado para produção agrícola, que tenha sido degradado e que as resultantes perdas de nutrientes levam à reduções de produtividade. Para garantir o nível de produtividade agrícola e as características anteriores do solo, é necessário à reposição do teor de nutrientes perdidos. Entretanto, a reposição de nutrientes por meio de fertilizantes industrializados – sulfato de amônia, superfosfato, cloreto de potássio, dentre outros – resulta em custos adicionais incorridos pelos produtores. Logo, esses gastos com todo o processo de reposição de nutrientes servem como uma boa medida dos custos de reposição.

A grande crítica ao MCR reside na sua incapacidade de refletir o verdadeiro valor da disposição a pagar dos indivíduos por uma melhoria ambiental, ou seja, o método não tem como base as preferências dos consumidores. Dessa forma os gastos incorridos com restauração ou a recuperação de um ativo ambiental subestimam a disposição a pagar e aceitar - DAP/DAC dos indivíduos ou da comunidade pela sua conservação, o que exclui qualquer possibilidade de estimativa do valor de opção e do valor de existência desse ativo ambiental. (NOGUEIRA & MEDEIROS, 1998).

Uma outra limitação dos métodos de valoração que se baseiam em preços de mercado, portanto do MCR, reside na “hipótese da substitutibilidade perfeita”, esta assume a existência de substitutos perfeitos que realizam a mesma função do recurso ambiental. Entretanto, esta possibilidade é difícil de ocorrer no mundo real e bens e serviços privados serão substitutos apenas de algumas características de bens e serviços ambientais, ou seja, mesmo investindo em reposição é muito difícil identificar substituto perfeito de recursos ambientais. Assim, o

⁴ Citado por NOGUEIRA & MEDEIROS (1998)

uso de mercados de bens substitutos pode induzir a subestimação do valor econômico do recurso ambiental.

Para BERMANN (2001) a utilização de fontes energéticas renováveis pode tornar-se insustentável se feita de maneira incorreta não obedecendo a critérios de manutenção da biodiversidade. A produção de resíduos em um cenário de matriz energética baseada na biomassa seria mínima, mas grandes extensões de terras ocupadas pela monocultura canavieira seria uma catástrofe ambiental que extingiria várias espécies de animais e plantas, causando distúrbios de dimensões imprevisíveis gerando custos ambientais.

Segundo RODRIGUES (2002) a produção agrícola causa vários impactos ao meio ambiente. Entre eles, pode-se citar a degradação dos solos, com a utilização de métodos inadequados de plantio e manejo; os problemas gerados para a saúde humana com o uso de agrotóxicos; e os danos causados aos recursos hídricos com o assoreamento dos rios, o agravamento do processo de erosão ou a destruição das matas ciliares. A erosão dos solos, o assoreamento dos rios e outras externalidades negativas causam impactos sobre a rentabilidade dos produtores rurais, assim como sobre outros agentes econômicos que compartilham o mesmo recurso ambiental.

O crescimento da área de canavial no Brasil para suprir a demanda do álcool carburante tem provocado muita discussão em decorrência dos problemas gerados pelas queimadas como prática de pré-colheita. Esses problemas são abordados do ponto de vista ambiental, sendo a queima dos canaviais acusada de provocar poluição atmosférica, invasão dos centros urbanos pelo carvão e destruição de fauna e flora, além de outros, o terreno fica descoberto até o início da brotação, apresentando maior sensibilidade aos efeitos da erosão (MATTOS, 2004).

Segundo MATTOS (2004), a cana cortada madura, sem queimar, limpa e processada o mais rápido possível, representaria as condições ideais em termos de qualidade de matéria-prima. Contudo pela necessidade da limpeza parcial do canavial, para facilitar tanto o corte manual como o mecânico, a queima tornou-se uma operação muito usual, sendo uma prática secular no Brasil. A queima propicia melhor rendimento do corte, em decorrência da eliminação das folhas e palhas no canavial, reduzindo a presença de impurezas vegetais na matéria-prima enviada para moagem. Mas a queima dos canaviais pode causar vários problemas à saúde, pois resultam em grandes quantidades de fuligem, monóxido de carbono e outras substâncias que afetam a saúde do ser humano, das quais algumas são cancerígenas. (BOHM, 1998 apud MATTOS 2004). O monóxido de carbono (CO) provoca asfixia celular

sistêmica porque forma uma ligação estável com a hemoglobina e, conseqüentemente, impede a troca de oxigênio por dióxido de carbono no nível de todas as células.

As pesquisas desenvolvidas na região amazônica e em outros locais indicam que o desmatamento, formação de pastagens e expansão agrícola e instalação de empreendimentos agro-industriais como usinas de álcool, tendem a aumentar o fluxo de sedimentos, matéria orgânica e nutrientes para os corredores de rios. Entretanto, os corredores de rios estão sofrendo constante desmatamento para uso agrícola, e embora seja difícil de prever o impacto biogeoquímico do desenvolvimento de tais atividades nestas áreas de amortecimento, o aumento nos fluxos de materiais devem ser esperados (RICHEY et al., 1997 in SILVA et al 2006).

Além das queimadas, desmatamento e do assoreamento dos rios, existe também o vinhoto que é um resíduo do processo de destilação do álcool que é rico em potássio cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes. Segundo TAVARES (2006), cada litro de álcool fabricado gera 13 litros de vinhaça com diferentes teores de potássio de acordo com a origem. Segundo OMETTO (1982) citado por SANCHES (1995), a composição deste vinhoto é bastante variável e dependerá de diversos fatores, dentre os quais pode-se destacar: composição de matéria-prima, tipo de mosto, método de fermentação, cepa da levedura, tipo do aparelho de destilação, época do ano, localização geográfica da destilaria, concentração inicial de substrato, variedade e estado de maturação da matéria-prima.

2.7 CUSTOS E BENEFÍCIOS AMBIENTAIS

Segundo o Relatório do Banco de Cooperação Internacional do Japão JBIC (2006), entre os problemas ambientais ocasionados pela produção de cana-de-açúcar podem ser citados, além da erosão do solo por manuseio inadequado, a concentração de salinização do solo pelo uso excessivo de vinhoto, a poluição da água pelo uso de agrotóxicos e a poluição atmosférica causada pela queimada dos campos. A erosão reduz o potencial produtivo do solo, e a cultura da cana pode ainda causar problemas de poluição dos recursos hídricos e da atmosfera pelo uso de adubos e defensivos agrícolas. Também pode provocar o empobrecimento do solo, reduzindo a produtividade, onerando o custo de produção. A desertificação que acompanha a erosão também reduz a capacidade de armazenamento das represas e da capacidade de geração de energia, aumentando os custos de manutenção.

Como benefício ambiental para a produção da cana-de-açúcar de acordo com estudos realizados pela Copersucar, a massa foliar (em matéria seca) de cerca de 7,5 t/ha da cana é deixada no campo, sendo o restante transportado na carga, é suficiente para produzir o efeito herbicida, que inibe o desenvolvimento de plantas daninhas sem a necessidade de aplicação do herbicida, calcula-se que seja em torno de 7,5 ton/ha, no valor aproximado de R\$ 50,00 a tonelada, ou seja, R\$ 375,00 por hectare. Mas este benefício só pode ser considerado se não houver a queima da cana.

A colheita da cana-de-açúcar sem a queima previa, além de evitar inúmeros problemas, traz benefícios ao solo, pela permanência do resíduo no campo, pela melhor qualidade da matéria-prima entregue a indústria, entre outras, e também reduz a agressão ambiental (MATTOS, 2004). Mas, com a queima, segundo FERRAZ *et.al. apud* MATTOS & MATTOS (2004), a produtividade do trabalhador aumenta de 2 para 5 toneladas por dia. Os custos com carregamento e transporte são reduzidos e aumenta a eficiência das moendas, que não precisam interromper seu funcionamento para a limpeza da palha.

Diante do contexto apresentado neste trabalho, adotou-se como indicador ambiental a queimada da cana, que é considerada o principal custo ambiental para a produção do etanol da cana-de-açúcar. Já que para a produção da batata-doce ainda não existem estudos que comprovem os danos ambientais que esta cultura possa vir a causar ao meio ambiente.

Como benefício ambiental comprovado para produção da batata-doce, pode ser citado os 12% da parte aérea da batata-doce (matéria seca) que é incorporada ao solo, servindo como adubo orgânico, segundo estimativas da equipe LASPER, pode ser fixado em torno de 4 toneladas/ha, ao valor de R\$ 50,00 a tonelada, representando uma economia de R\$ 200,00/ha, com adubos.

2.8 EXTERNALIDADES E CUSTOS AMBIENTAIS DAS QUEIMADAS

No Brasil, desde o início da colonização as queimadas foram utilizadas para preparação de áreas para o plantio da cana-de-açúcar. A queima de biomassa vegetal ocorre principalmente nas regiões Norte (desmatamento da Floresta Amazônica), Centro-Oeste (queimada do cerrado produção carvão vegetal) e Sudeste (queimada da palha da cana-de-açúcar).

Na produção da cana o principal efeito considerado como negativo é a queimada. Segundo GOULART *apud* MATTOS (2004), aquele que direta ou indiretamente, promove ou

permite, de qualquer modo, queimadas em áreas de sua propriedade e cultivo deve ser compelido a reparar danos causados ao meio ambiente (indenização pecuniária pelo dano ambiental), bem como cessar essa atividade nociva (obrigação de não fazer).

A queimada é realizada regularmente para facilitar o trabalho de colheita manual da cana-de-açúcar. Segundo MATTOS & MATTOS (2004), ela é praticada em 80% da área cultivada dos canaviais. As queimadas facilitam os trabalhos nos canaviais durante a colheita já que as plantas ficam com uma folhagem abundante e a distância entre os corredores é pequena. A queimada evita a proliferação de pragas e insetos, mas causa outros problemas tais como:

- a) Impede a circulação dos micro elementos e as atividades dos microorganismos existentes no solo.
- b) Reduz a incidência da mosca cubana e da mosca amazonas que são benéficas para a cana-de-açúcar, dando margem ao aparecimento da broca da cana, que é nociva.

Conforme o quadro abaixo observa-se a quantidade de poluentes emitidos em uma tonelada por hectare.

Quadro 2.8 Emissão de poluente na queima de um hectare da cana-de-açúcar

Emissões nas queimadas (kg/ton)	
SO ₂	0
NO _x	0
CH ₄	0,08125
CO	30
Particulados	3

FONTE: COELHO (1999)

Segundo MATTOS & MATTOS (2004), com a queimada da cana em um hectare há a perda de energia equivalente à queima de 2.048 litros de álcool. Portanto para indenização no caso de reposição ambiental, deve ser equivalente ao número de hectares queimados multiplicado pelo preço de 2.048 litros de álcool, que poderíamos reduzir a seguinte fórmula matemática: Indenização= nº de ha queimados x preço de 2.048 litros de álcool (R\$ 1,20) = R\$ 2.457,60.

O VUD valor de uso direto pode, de forma simples, ser calculado como a soma dos valores obtidos pelo uso da palha 4,18 ton/ha (potencial energético da cana-de-açúcar equivalente em litros de álcool multiplicado pelo preço do litro do álcool) referente a 5.300 litros por hectare; pela economia de água de irrigação (R\$ 120,00); pela economia de

herbicida (R\$ 381,60); pela economia de plantio, em razão do ganho de uma folha a mais (R\$ 400,00), e pela utilização do bagaço, 30% da produção da cana (22,5 toneladas x preço do bagaço). Considerando o preço do álcool a R\$ 1,20 o litro e o do bagaço a R\$ 30,00 a tonelada, portanto o VUD = (5.300L X preço do álcool) + R\$ 120,00 + R\$381,60+ R\$ 400,00 =(22,5 ton x preço bagaço) seria de R\$ 7.936,60 por hectare (MATTOS, 2004). Para a autora a cana apresenta um custo ambiental com a queimada de R\$ 7.936,60 por hectare por safra.

2.9 ANALISE CUSTO BENEFICIO SOCIAL

Segundo SACHS (2007) o enfoque de custo - benefício social difere, em termos de escopo, da análise tradicional, esta última centrada na dimensão da lucratividade comercial: os benefícios sociais e os custos externos à empresa (ou ao projeto) são incluídos no exercício, visando estimar o valor social – visto como distinto do valor de mercado. Baseia-se, portanto, em dois pressupostos: reconhece explicitamente que as avaliações sociais e as avaliações de mercado podem divergir, e supõe que os valores sociais sempre podem ser expressos em termos de mercado. Embora o primeiro constitua um afastamento, da ideologia da mão invisível, o segundo mostra como ainda é persistente e onipresente a mentalidade mercantil.

A análise custo – benefício (ACB) é uma técnica econômica que tem como propósito comparar os benefícios de um empreendimento, notadamente suas receitas geradas, com os seus custos. Para a realização dessa análise, é necessário atribuir valores monetários a todos os custos incorridos e a todos os benefícios. Desse modo, de uma forma ampla, a análise pode abranger, não somente os ganhos determinísticos que são facilmente determinados (lucros), como também os ganhos sociais, cuja determinação é mais delicada, podendo dar margem a interpretações, se não tiverem sido feitas com a máxima cautela, honestidade e base estatística (RODRIGUES, 2002)⁵.

Em termos gerais, o que uma análise de custos e benefícios procura responder é se vários projetos de investimentos devem ser empreendidos e, no caso dos recursos de investimentos serem limitados, qual desses projetos específicos, devem ser escolhidos. Outra questão é que a análise de custos e benefícios às vezes se ocupa em determinar o nível que uma fábrica deve operar ou a combinação de volumes de produção a ser fixada. Contudo

⁵ No que se refere a avaliação dos impactos ambientais, pode-se adicionar à contribuição do autor, também a não utilização correta dos métodos de valoração ambiental.

pode-se decidir por um determinado projeto de investimento ou escolhe-se entre várias oportunidades de investimentos, guiados simplesmente por métodos contábeis corretos, sem nos preocuparmos com o benefício ou prejuízo para a economia como um todo. Mas na análise de custos e benefícios ocupamo-nos com a economia como um todo, com o bem estar de uma sociedade definida, e não com uma fração dessa sociedade (MISHAN, 1972).

MISHAN (1972) define uma melhoria de Pareto como uma variação na organização econômica que deixe todas as pessoas em melhor situação – ou mais precisamente, que deixe um ou mais membros da sociedade em melhor situação, sem que ninguém fique pior do que antes. A base lógica dos critérios vigentes de custos-benefícios é, em última análise, a de uma melhoria potencial de Pareto. Ignorando as dificuldades de avaliação e os problemas que surgem quando se espera o aparecimento de dispêndios e benefícios em momentos diferentes no futuro, o requisito formal de uma melhoria potencial de Pareto e, portanto, de um critério de custos-benefícios, é simples. Em qualquer análise de custos-benefícios, o conceito mais essencial na mensuração dos benefícios sociais é o conceito do excedente do consumidor.

A idéia básica, neste caso, consiste em transformar o efeito externo de uma atividade econômica num produto conjunto da própria atividade através da internalização das externalidades geradas, o que permite que análise custo – benefício apresente-se como um indicador de eficiência econômica com uma nova capacidade interpretativa⁶. A análise custo-benefício privada transforma-se em análise custo-benefício social, depois de adicionar ao fluxo de caixa privado as externalidades ambientais que foram economicamente valoradas (BARBOSA, 2006).

Para SACHS (2007), a análise custo-benefício é uma ferramenta pouco confiável para os decisores, por causa da arbitrariedade envolvida na escolha dos custos secundários e terciários e nos efeitos a serem incluídos no cálculo do sistema de preços, no horizonte temporal e na taxa de desconto do futuro em relação ao presente. O autor argumenta que esta análise é mais adequada para se comparar alternativas tecnológicas num dado projeto, escolhido por outros motivos. Mesmo assim, a aplicabilidade do método restringe-se aos projetos controlados pelo setor público, pois o empresário privado vai continuar tomando decisões com base nos preços reais e não nos preços virtuais. Além disso, seu uso adequado requer uma estrutura institucional em que a avaliação é rigorosamente independente da elaboração de projetos e da tomada de decisões. Caso contrário, a análise custo-benefício

⁶ Só ocorre melhora de Pareto em uma situação economicamente ineficiente.

passa a ser suscetível de todos os tipos de manipulação: quanto maior o projeto e quanto mais amplo o escopo da análise, mais fácil se torna a manipulação.

A inclusão dos aspectos ambientais na análise custo-benefício dos projetos de investimentos reforça todas as ressalvas feitas acima. O anseio de obter resultados quantitativos, que desfrutam de um falso prestígio de precisão e abrangência, costuma ser forte o bastante para restringir a escolha das variáveis explanatórias apenas àquelas que admitem esse tratamento. O complexo problema do meio ambiente é reduzido à soma aritmética de alguns poluentes, colocando-se em prática métodos artificiais e duvidosos de estimativa indireta de custos e benefícios (SACHS 2007). A avaliação crítica da análise custo-benefício formalizada não deve ser interpretada como sendo uma recusa de se analisar os custos da gestão da qualidade ambiental. Ela tampouco subestima o problema criado pela necessidade de se avaliar a degradação ambiental. Significa apenas que fenômenos ambientais múltiplos e interconectados exigem métodos de avaliação muito mais complexos e engenhosos.

Segundo CONTADOR (2000), a verificação da análise custo – benefício trata-se de uma forma racional de decidir se determinado empreendimento é viável ou não em determinadas condições de mercado. O empreendimento é considerado viável quando a relação benefício custo (B/C) for maior que 1 (um), ou seja, quando os benefícios forem maiores que os custos.

Além de verificar se alternativa tecnológica apresenta ou não viabilidade, especificamente, pode-se usar a análise custo - benefício para se comparar do ponto de vista econômico tecnologias alternativas para uma mesma atividade econômica (HIRCHFELD *apud* RODRIGUES, 2002) chama a atenção que neste tipo de comparação deve-se usar a análise incremental, tendo o valor presente líquido e a taxa interna de retorno como indicadores para a seleção da alternativa mais eficiente⁷.

Para CONTADOR (2000), o Valor Presente Líquido corresponde à soma algébrica dos benefícios e dos custos de um empreendimento, atualizados a uma taxa de juros que reflita o custo de oportunidade do capital. O empreendimento será viável se o VPL for positivo (VPL > 0); na escolha entre tecnologias alternativas, no mesmo horizonte de tempo, a preferência

⁷ B/C = benefícios gerados descontados / custos gerados descontados; onde os benefícios gerados podem ser privados (receitas) ou sociais (externalidades positivas), enquanto os custos gerados podem ser privados (custos de produção) e sociais (externalidades negativas).

recai sobre aquela com maior VPL positivo⁸. Nesse caso a taxa interna de retorno (TIR) também é positiva. Entretanto, a TIR positiva não representa a viabilidade econômica do empreendimento, pois não inclui o custo de oportunidade de outras alternativas de investimento. Destarte, a solução é incluir no cálculo da TIR o custo de oportunidade, assim a TIR descontada (taxa interna de retorno descontada) torna-se um indicador adequado para análise de alternativas de investimentos.

Conforme RODRIGUES (2002), um ponto que deve ser observado neste tipo de análise é o cuidado em se comparar valores em unidades de tempo diferenciadas e na escolha da taxa de desconto para atualizar valores de fluxos de caixa futuros. Uma vez que existem no mercado inúmeros indicadores que podem ser selecionados para ser a taxa de desconto dos fluxos futuros a questão é, qual taxa de desconto que deve ser utilizada para a avaliação de projetos ou do uso de tecnologias alternativas de produção.

Dados os vários limites sobre a taxa de desconto, sugere-se o uso de outros instrumentos complementares para a definição da viabilidade de algum projeto ou a escolha de tecnologias alternativas para o processo de produção. Um destes instrumentos sugeridos por FIELD *apud* BARBOSA (2006) é a adoção do critério de sustentabilidade dos empreendimentos avaliados. Entretanto deve-se tomar cuidado com o uso indiscriminado deste critério pelo seu grande grau de subjetividade.

RODRIGUES (2002), também ressalta a idéia que a análise custo-benefício deve incorporar como os benefícios líquidos de algum projeto são incorporados entre os diferentes grupos sociais. Por exemplo, medir quais seriam os efeitos de uma determinada tecnologia agrícola sobre o nível de emprego e na distribuição da renda.

Segundo MELLO (2001), a implantação de um projeto deve ter um planejamento eficiente e englobar todos os aspectos físicos, econômicos e sociais, naturalmente quantificados em levantamentos, pesquisas e diagnósticos, realizados prévia e paralelamente. Seu fruto é um plano, composto de projetos integrados no tempo, com recursos definidos, que deverá prever mecanismos de acompanhamento e controle, bem como de correção. Para uma análise financeira, é fundamental o controle feito através de vários balanços tais como:

1. Balanço de impacto social e de distribuição de população e renda refere-se à relação entre investimentos realizados e empregos criados, principalmente empregos diretos. Se a

⁸ Todas as fórmulas de cálculo estão descritas na seção Metodologia.

tecnologia é própria, se os equipamentos são construídos internamente, com tecnologia nacional, os empregos também serão nossos.

2. Balanço de impacto no meio ambiente, onde é essencial analisar a influência do projeto no equilíbrio ecológico, considerando seus efeitos na qualidade do ar, da água, além dos impactos ambientais causados pela produção de insumos usados.

3. Balanço de materiais e de energia onde devem privilegiar matérias-primas que sejam abundantes na região evitando o aumento da dependência de produtos estratégicos importados. Este balanço deve conduzir à produção de energia líquida, sólida, gasosa ou elétrica, a partir da biomassa energética, abundante e barata no território brasileiro, em substituição aos combustíveis fósseis importados e de elevados efeitos poluidores, como carvão mineral, o petróleo e o gás natural.

4. Balanço econômico financeiro, somente após as análises anteriores é que deve ser feito o balanço econômico e financeiro, que não se limita aos parâmetros microeconômicos, muito menos ao fluxo de caixa das empresas. Antes de tudo, ele deve responder às seguintes perguntas:

- O projeto vai aumentar nossa dependência externa de capitais, tecnologia, energia e materiais?
- Criará mais empregos por unidade monetária investido, quando comparado a outras alternativas?
- Facilitará distribuição da população, melhorando a qualidade de vida e evitando o êxodo para as grandes metrópoles?
- Criará tecnologias próprias ou importará equipamentos, muitas vezes obsoletos e poluidores?
- Aumentará nossa autonomia sobre o mercado interno ou permaneceremos na dependência crescente de produtos e técnicas externas?
- Aumentará a distribuição de renda?

Para MELLO (2001), respondidas essas questões, o governo estará apto a avaliar as possibilidades de implantação de projetos prioritários para o autodesenvolvimento do país, escapando de iniciativas que na verdade propiciam o desenvolvimento sustentável dos países ricos.

Segundo CONTADOR (2000), usualmente considera-se a viabilidade de um projeto como de interesse apenas do investidor e, em alguns poucos casos, também do agente financeiro que depende da capacidade de pagamento do empresário para recuperar os fundos

emprestados. O enfoque é dito social ou econômico quando avaliamos o projeto sob o ponto de vista da sociedade como um todo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica, coleta de dados por meio de literatura, entrevistas e acompanhamento da montagem de uma mini-usina piloto para a produção de etanol a partir da batata-doce com capacidade de 150 litros/dia, bem como dos ensaios realizados no LASPER - Laboratório de Sistemas de Produção de Energias a partir de Fontes Renováveis – Campus UFT (Universidade Federal do Tocantins) localizado no município de Palmas Estado do Tocantins.

3.1.LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área onde está localizada a miniusina e o plantio da batata-doce é uma região de cerrados, sob as seguintes coordenadas: 10° 10' 42,1" W 48° 21' 22,6". A altitude da área é de 236 m. O solo da área em questão teve sua origem em sedimentos aluvionares do quaternário. Na área ocorrem solos do grupo Latossolos vermelho-amarelo distrófico, com textura franco argilo arenoso, ocupada anteriormente com pastagens natural, que são caracteristicamente profundos bem e acentuadamente drenados, muito permeáveis e porosos, em avançado estágio de intemperização (ABRÃO JUNIOR, 2006).



Fonte: www.googlemaps.com.br

FIGURA 8 – Localização da área da miniusina de etanol e Estação Experimental do Campus UFT/ Palmas - TO.

3.2 MÉTODOS

Os métodos utilizados para a avaliação econômica da viabilidade de um empreendimento são os tradicionais, requerem estimativa de custos capitais fixos, dos custos operacionais e do preço de venda dos produtos. A partir destas informações calcula-se o período de retorno do investimento (*pay-back*), a taxa interna de retorno (TIR), o Valor Presente Líquido (VPL) e a Relação Benefício-Custo (B/C).

Neste trabalho, os dados da produção primária foram levantados a partir de artigos, teses e dissertações publicadas em sites e revistas indexadas e por meio do acompanhamento de experimentos com a batata-doce realizados na Estação Experimental do Campus Universitário de Palmas. Foi realizada também entrevista com o diretor da empresa Alumisert Bioenergia, responsável pela montagem e manutenção das mini-usinas de etanol no município de Palmas-TO visando determinar o preço de equipamentos e dados da produção da indústria de etanol da batata-doce.

Após o levantamento dos dados foram montadas tabelas com as estimativas dos resultados considerando os custos de produção e receitas com a comercialização do etanol em um ano. Os dados foram tabulados em planilhas usando o programa EXCEL para os cálculos financeiros. Os resultados obtidos através da planilha eletrônica EXCEL foram sumarizados em forma de tabelas mostrando os valores e critérios econômicos para as diversas alternativas de variações de dados. Pela figura 9 demonstra-se a forma da coleta dos dados e a aplicação metodológica no trabalho.

3.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE

Para a análise de viabilidade sócio-econômico ambiental foram utilizados os métodos B/C, VPL, TIR e *Pay-back*, que normalmente são considerados indicadores de eficiência econômica. Estes métodos ou instrumentos aplicam-se na análise de investimento da cadeia produtiva do etanol a partir da batata-doce e da cana-de-açúcar, para sua aplicação na maioria destes métodos se faz necessário realizar o fluxo de caixa. Nos cálculos sócio-ambientais do projeto adiciona-se ao fluxo de caixa da produção privada os custos e os benefícios sociais e ambientais, a partir daí calcula-se novamente os indicadores de eficiência econômica, oferecendo, assim, a estes métodos uma nova capacidade interpretativa.

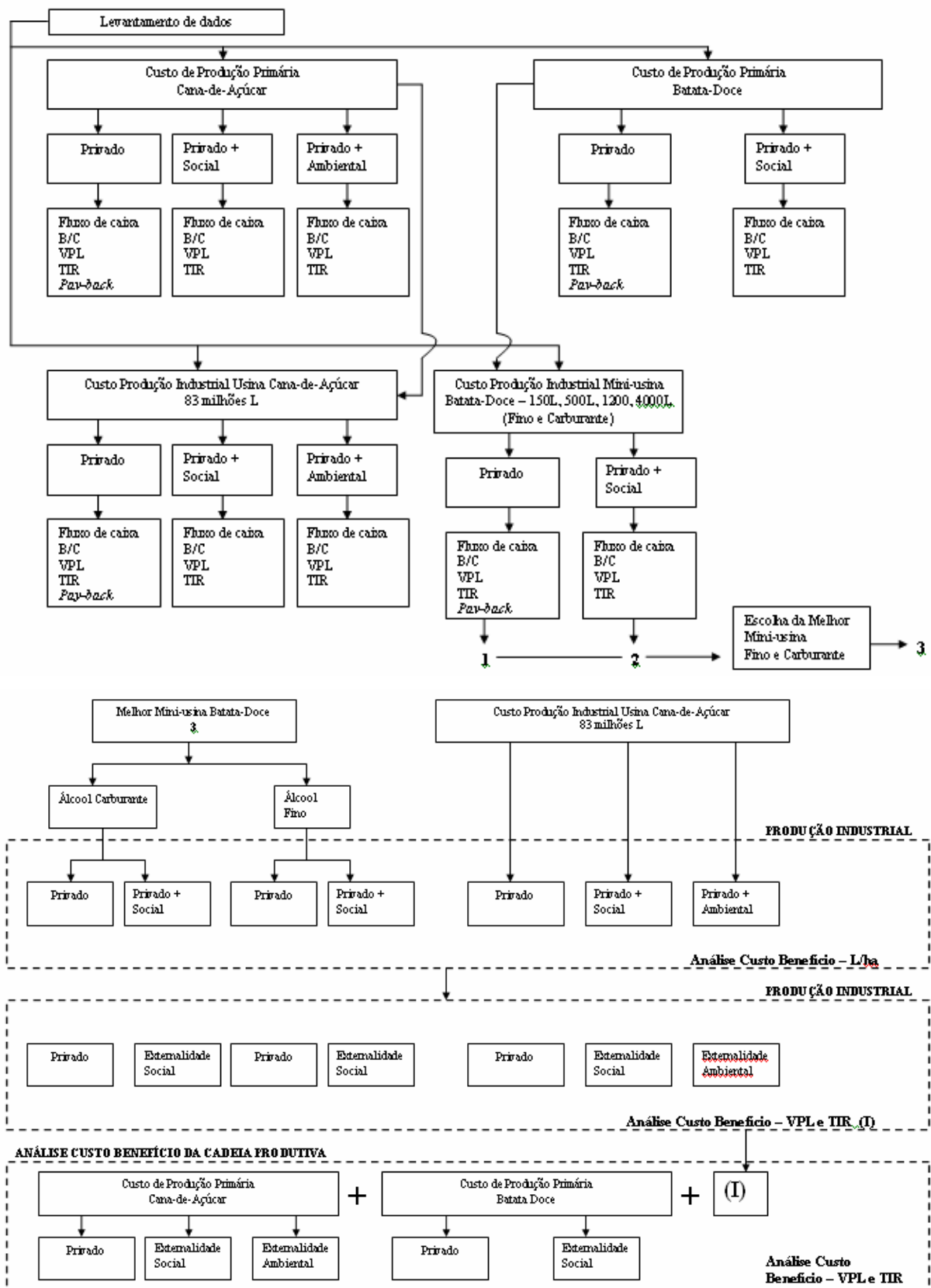


Figura 9 – Fluxograma coleta de dados e aplicação da metodologia no trabalho

3.3.1 Fluxos de caixa

Os fluxos de caixa representam as estimativas de entradas (receitas) e saídas (despesas) de recursos monetários nos projetos produtivos ao longo do tempo. Foram elaborados os seguintes fluxos de caixa: produção primária batata-doce e cana-de-açúcar e produção do etanol da batata-doce para as usinas 150, 500, 1200 e 4000 litros/dia. São incluídos nesses fluxos de caixa, todos os custos oriundos das atividades produtivas da batata-doce e cana-de-açúcar. Os custos de implantação e manutenção da lavoura, de implantação e manutenção das mini-usinas, e com a matéria-prima usada na produção do álcool foram considerados, bem como, as receitas resultantes da comercialização dos produtos (venda do álcool e da ração).

A partir do estabelecimento da usina que apresentou o melhor resultado de rendimento em escala de produção para o etanol carburante da batata-doce foi realizada uma comparação com o fluxo de caixa para a cana-de-açúcar considerando: a) o cenário privado; b) cenário social; c) cenário ambiental; d) cenário álcool carburante e álcool fino da batata doce com o álcool da cana; e) cenário comparado à produção litros por hectare.

Para elaboração do fluxo de caixa foi utilizada as taxas de juros como parâmetros de descontos dos benefícios líquidos no período de 12% a.a. relativa ao Artigo constitucional de remuneração de capital no país Art. 192 parágrafo 3º. da Constituição Federal do Brasil de 1988.

3.3.2 Relação Benefício - Custo (B/C)

A razão custo benefício é o somatório de todos os custos e de todos os benefícios, elevados a uma taxa de juros durante o período para o projeto conforme definido por CONTADOR (2000) e apresentado na Equação 01. Foi definido o período de 12 anos para a produção primária, em função do ciclo produtivo da cana referente a dois períodos de corte que é o tempo médio nacional. Para a indústria do etanol, foi definido o período de 12 anos em função do tempo estimado de retorno para este tipo de investimento agroindustrial.

$$B/C = \sum_{j=0}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} / \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j} \quad (\text{Eq. 01})$$

Onde:

R_j = receitas do período j ;

C_j = custos do período j ;

i = taxa de juros.

Segundo a regra, um projeto deve apresentar um B/C maior que a unidade para que seja viável e quanto maior esta relação, mais atraente o projeto. Mas se B/C for maior do que 1 e apresentar a TIR negativo, indica que a taxa de rentabilidade do capital empregado pode oferecer maior rendimento em outra alternativa de aplicação, além do projeto.

3.3.3 Valor Presente Líquido (VPL)

O indicador Valor Presente Líquido (VPL) é um critério mais rigoroso e isento de falhas técnicas do que o B/C. Corresponde à soma algébrica dos Valores do Fluxo de Caixa do Projeto atualizado à taxa de desconto de 12% a.a.

O Valor Presente Líquido de um projeto é uma função de valores e formato assumido pelo seu perfil e da taxa ou taxas de desconto conforme apresentado na Equação 02 de acordo com CONTADOR (2000).

O projeto será viável se apresentar um VPL positivo e, na escolha entre projetos alternativos, a preferência recai sobre aquele com maior VPL positivo.

$$\text{VPL} = \sum_{j=0}^n \frac{R_j - C_j}{(1+i)^j} - I \quad (\text{Eq.02})$$

Onde:

R_j = receitas do período j ;

C_j = custos do período j ;

i = taxa de juros;

I = investimento inicial.

3.3.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Por definição, Taxa Interna de Retorno (TIR) é aquela taxa de juros que iguala a zero o valor presente líquido de um projeto. Logo, é a taxa de desconto que iguala o valor presente

líquido dos benefícios de um projeto ao valor presente dos seus custos. Para o cálculo da TIR, utilizou-se a diferença do fluxo de caixa descontado menos o valor do investimento inicial do projeto. Conforme apresentado na Equação (3) segundo CONTADOR (2000)

$$\sum_{j=0}^n \frac{R_j - C_j}{(1 + i^*)^j} = I \quad (\text{Eq.03})$$

Onde:

R_j = receitas do período j;

C_j = custos do período j;

I = investimento inicial;

i* = taxa de juros que iguala todos os custos dos projeto com todas as receitas do mesmo, ou seja, TIR.

Este indicador é um dos mais utilizados como parâmetros de decisão. O critério adotado diz que um projeto é viável e deve ser considerado como alternativa para execução se sua taxa interna de retorno é igual ou maior que o custo de oportunidade dos recursos para sua implantação. Através da TIR, é possível imaginar um projeto equivalente tal que os benefícios cresçam a esta mesma taxa. Diz ainda o critério que, quanto maior a TIR, maior a atratividade do projeto. A taxa interna de retorno usada neste trabalho foi descontada a 12% a.a.

3.3.5 Pay-back

É um indicador mais simples e conhecido. Mostra o número de períodos necessários para recuperar os recursos despendidos na implantação do projeto, é obtido pela razão Investimento Inicial (I₀) pelo Lucro Líquido Total Anual. A vantagem deste critério é a sua simplicidade e cálculo imediato.

O investimento inicial com a aquisição do terreno no município de Palmas foi estimado em R\$ 2.500,00 o hectare, segundo informações de corretores de imóveis locais, este valor foi distribuído ao longo de doze anos considerado que o produtor poderá arrendar a terra e pagar por ano. Já o investimento com as mini-usinas foi estimado a partir de informações fornecidas pela empresa Alumisert Bioenergia.

3.3.6 Os cálculos para a avaliação sócio-econômica do projeto

Para o cálculo da análise custo-benefício social adiciona-se ao fluxo de caixa da produção privada os custos e os benefícios sociais e ambientais, a partir daí calcula-se novamente os indicadores de eficiência econômica agora internalizando as externalidades, oferecendo, assim, aos indicadores uma nova capacidade interpretativa. Surge a Taxa de Retorno Interna Social e Ambiental (TIR) e o valor presente líquido social e ambiental (VPL).

Neste trabalho, utilizou-se o custo da queimada como indicador ambiental por ser considerado o principal efeito externo negativo da produção da cana-de-açúcar, apesar da cultura canavieira passar por grandes mudanças, sendo uma das principais a substituição da colheita manual pela mecânica. As externalidades ambientais com a queima da cana foram adicionadas ao fluxo de caixa com o seguinte critério de rateio: considerando a porcentagem referente ao VPL privado da produção primária de 15% e o VPL privado da produção industrial de 85%, portanto o valor do custo da queimada por hectare de R\$ 7.936,60 (copilado de MATTOS & MATTOS) foi dividido em 15% para a produção primária e 85% produção industrial por hectare.

Para o cultivo da batata-doce e produção do etanol desta cultura ainda não existem estudos que comprovem os efeitos negativos que esta possa trazer ao meio ambiente. A tecnologia de produção deste tipo de etanol ainda esta em teste, e segundo os resultados demonstrados até agora este tipo de produção apresenta baixo impacto ambiental por ser em pequena escala de produção.

Como indicador social, tanto para a batata-doce como para a cana-de-açúcar, utilizou-se o valor dos salários pagos aos trabalhadores diretos, ou seja, massa salarial, com os empregos gerados durante o cultivo na produção da matéria-prima e do etanol nas usinas.

Dessa forma, pode se comparar a TIR privada com a TIR social e ambiental e o VPL privado com o VPL social e ambiental, podendo indicar se o cultivo e a produção de etanol de batata-doce são eficientes do ponto de vista econômico, mas também eficaz do ponto de vista ambiental, comparado com a cana-de-açúcar.

3.4 DETERMINAÇÃO DO CUSTO-REPOSIÇÃO

A valoração das externalidades também conhecido como valoração do impacto que atingem a área de plantio da lavoura da cana-de-açúcar foi compilada de MATTOS (2004), e

foi denominado pela referida autora como custo-reposição. Considera-se como externalidade as ações decorrentes das atividades agroindustriais, tais como: queima da cana, consumo da água decorrente do cultivo e desgaste do solo.

3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

Quanto aos dados levantados sobre a produção primária (dados primários), estes foram utilizados para o cálculo dos fluxos de caixa aplicados na análise custo benefício social: produção primária de batata-doce x cana de açúcar. Para a realização da análise custo-benefício privada estima-se um período de tempo para o retorno dos investimentos, a seguir projeta-se o fluxo de caixa e calculam-se os indicadores de eficiência econômica – Custo-Benefício (B/C), Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL).

O mesmo procedimento foi feito para os dados da produção industrial utilizados na análise custo benefício social: produção do etanol a partir da batata-doce X cana de açúcar nos cálculos dos fluxos de caixa das usinas e na análise comparativa entre elas.

Dessa forma, pode se comparar o VPL privado com o VPL social e ambiental, podendo indicar se a produção de etanol a partir da batata-doce e da cana-de-açúcar é eficiente do ponto de vista econômico, mas também eficaz do ponto de vista social e ambiental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo avalia-se a eficiência econômica, social e ambiental da cadeia produtiva de etanol a partir da batata-doce, desde ao cultivo da matéria-prima até a produção final do etanol. Subsidiariamente, compara-se a produção do etanol da batata-doce e da cana-de-açúcar.

Em primeiro lugar são descritos os custos primários para a produção da matéria-prima, utilizada na produção de etanol da batata-doce e cana-de-açúcar, em seguida realiza-se a análise custo - benefício, privada social e ambiental levando em conta os custos e benefícios primários e industriais da cadeia produtiva do etanol a partir da batata-doce e da cana-de-açúcar.

4.1 ANÁLISE CUSTO BENEFÍCIO SOCIAL: PRODUÇÃO PRIMÁRIA DE BATATA-DOCE X CANA DE AÇÚCAR

A produção da matéria-prima é fator determinante no custo de produção do etanol combustível. Por isso, é condição necessária, para um processo eficiente, o estabelecimento e implantação de um sistema rigoroso de planejamento na fase agrícola (CONTADOR, 2000). Portanto, para o plantio recomendam-se as cultivares de batata-doce Palmas e Canuanã, apropriadas para a região, visando à obtenção de maior produtividade. Foram selecionadas pelo programa de melhoramento genético da UFT os dez melhores clones de batata-doce com características agrônômicas para indústria nas condições específicas da região.

A seguir são apresentados os custos de produção das duas culturas – batata-doce e cana-de-açúcar - usadas na produção de etanol. Na tabela abaixo se demonstra o custo médio de produção para um hectare de batata-doce no município Palmas – TO, no ano de 2005.

Tabela 4.1. Custo de produção de um hectare de batata-doce no município de Palmas – TO.

Ano	2005			
Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
1.0 – Preparo do solo				
1.1 - Distribuição calcário	H/m	1	30,00	30,00
1.2 - Aração (1)	H/m	3	30,00	90,00
1.4 – Gradagem	H/m	1	30,00	30,00
1.4 – Gradagem (nivelamento)	H/m	1	30,00	30,00
1.5 - Distribuição adubo químico	H/m	1	30,00	30,00
1.6 – Enleiramento	H/m	2	30,00	60,00
2.0 – Plantio				
2.1 - Corte de ramas	D/h	3	20,00	60,00
2.2 - Distribuição de ramas	D/h	3	20,00	60,00
2.3 – Enterrio de ramas	D/h	8	20,00	160,00
3.0 - Tratos culturais				
3.1 - Capina manual (1)	D/h	8	20,00	160,00
3.2 - Capina manual (2)	D/h	8	20,00	160,00
3.3 – Restabelecimento das leiras	D/h	4	20,00	80,00
4.0 – Colheita				
4.1 - Corte de ramas (roçadeira)	H/m	2	30,00	60,00
4.2 – Arrancamento	D/h	15	20,00	300,00
4.3 – Catação	H/m	2	30,00	60,00
4.4 – Classificação	D/h	4	20,00	80,00
5.0 – Insumos				
5.1 – Adubo químico p/ viveiro 4 14 8	Kg	30	0,68	20,40
- Sulfato de amônio cobertura (Viveiro)	Kg	10	0,74	7,40
5.2 – Ad. químico (solo, fertilidade média)				
Calcário	T	1,4	50,00	70,00
N P K 4 14 8	Kg	400	0,68	272,00
Bórax	Kg	5	4,00	20,00
6.0 Custos com irrigação				650,00
Total R\$				2.489,80
Custo Médio de Produção (R\$/Ton)				62,24

FONTE: MAGALHAES *et al.* (2006)

O custo médio de produção apresentado acima se refere às condições do Estado do Tocantins, município de Palmas, da cultura da batata-doce para fins de produção de álcool. Desta maneira deve-se entender que este mesmo custo poderá apresentar valores diferentes, em razão dos custos dos insumos apresentarem variação de preços, quando cotados fora do Tocantins, os custos com mão-de-obra podem ainda sofrer variações, levando-se em consideração que o plantio e manutenção da lavoura de batata-doce podem ser feitos por pequenos agricultores que deverão usar a mão-de-obra familiar (MAGALHÃES *et al.* 2006).

Conforme a tabela acima se observa que os benefícios com a massa salarial para produção de um hectare de batata-doce por safra estão em torno de R\$ 1.060,00, considerando o curto ciclo de produção de 4 a 5 meses é importante ressaltar a possibilidade de mais de

uma safra por hectare/ano. Já um hectare de batata-doce produz aproximadamente 40 toneladas/raiz, segundo dados da equipe LASPER/UFT, uma tonelada de batata-doce produz em média 170 litros de álcool, em um hectare há uma produtividade média em torno de 6.800 litros de álcool, considerando uma safra por ano.

Os custos com irrigação no valor de R\$ 650,00 por hectare, só serão necessários caso o plantio seja efetuado no período da seca, ou seja, de maio a setembro. Neste caso o uso da água na irrigação é, entre tantas outras tecnologias, capaz de aumentar a produção. Ajuda visivelmente a atividade agrícola em épocas do ano quando as condições meteorológicas não são propícias à plantação. Estudos têm revelado que, se existir um plano de irrigação que respeite os limites físicos da região onde deve ser realizada uma análise minuciosa da adequação ambiental, como, topografia tipo de solo, taxas de evapotranspiração da cultura, taxas pluviométricas, entre outros, aliado a um manejo adequado do sistema, é possível chegar a um aumento de produção respeitando um ótimo ambiental.

Segundo SILVA (2002), a cultura de batata-doce necessita de cerca de 500 mm de lâmina de água durante o ciclo produtivo para que apresente um índice elevado de produtividade. As raízes de reserva se formam já no início do desenvolvimento da planta, e estas estruturas, além de se constituírem reserva para a própria planta, são unidades de reprodução que emitem novas brotações se a parte aérea da planta for eliminada ou se ressecar pela deficiência hídrica prolongada. Nesse caso, o ciclo cultural se prolonga, mas raramente ocorre perda total da lavoura, como é comum ocorrer com outras espécies, nessas condições.

Nos custos com a implantação de uma lavoura de cana as máquinas e veículos envolvendo o processo de produção serão alugados a um custo fixo por hora trabalhada. No caso das máquinas e veículos por dia trabalhado, para obtenção dos valores de hora/máquina foi realizada uma pesquisa de mercado, junto aos fornecedores. Esses custos envolvem: salário, combustível, operador, manutenção e encargos. Para o serviço de mão-de-obra, é feita a contratação de empreiteiros e também pago um custo fixo por dia trabalhado, para o serviço de retampa, manutenção de cana-de-açúcar planta e o plantio é pago um custo fixo por hectare plantado.

Conforme a tabela abaixo os dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER/DF (2005) e PALLETA (2004), demonstram que para produzir um hectare de cana-de-açúcar são gastos R\$ 3.447,47, mas os custos com o plantio e preparo do solo só serão considerados uma vez ao longo de seis ciclos, sendo que o ciclo da cana-de-açúcar dura em torno de 12 meses.

Tabela 4.1.1 - Custo médio de produção para um hectare de cana-de-açúcar entre os anos de 2003/2005.

ANO 2003/2005				
Discriminação	Quantidade	Unidade	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
Insumos				
Adubo mineral (cloreto de potássio)	0,20	T	774,00	154,80
Adubo mineral (sulfato de amônio)	0,40	T	718,67	287,47
Adubo mineral (Termofosfato)	0,50	T	948,00	474,00
Adubo orgânico (cama de frango)	10,00	T	50,00	500,00
Agrotóxicos	58,00	l-kg	7,00	406,00
Mudas de cana-de-açúcar	10,00	m ³	40,00	400,00
Total de insumos				2.222,47
Serviços				
Adubação (Manual de cobertura)	4,00	d/h	20,00	80,00
Adubos (Distribuição manual)	2,00	d/h	20,00	40,00
Agrotóxico (Aplicação)	2,00	d/h	20,00	40,00
Colheita manual	30,00	d/h	20,00	600,00
Mudas (corte/seleção/tratamento)	4,00	d/h	20,00	80,00
Plantio e replantio	5,00	d/h	20,00	100,00
Preparo do solo (Aração)	3,00	h/m	30,00	90,00
Preparo do solo (Gradagem)	1,50	h/m	30,00	45,00
Transporte (Interno)	5,00	h/m	30,00	150,00
Total de serviços				1.225,00
Total				3.447,47
Custo Médio de produção (R\$/Ton.)				43,09

FONTE: EMATER - DF (2005) e ÚNICA (2003) trabalhados pela autora

Para PALLETA (2004), o custo de produção da cana-de-açúcar está em torno de R\$ 35,00 a R\$ 40,00 por tonelada dependendo dos locais e condições de produção típicas de cada produtor ou usina. Os valores pagos a produtores terceirizados na safra 2004/2005 na região sudeste estão cotados a R\$ 30,00 a tonelada aproximadamente, pois os produtores terceirizados são muitas vezes obrigados a se sujeitar as exigências impostas pelas usinas, visto que o prejuízo financeiro poderia ser superior se a cana-de-açúcar não fosse colhida na época certa, isto é, período no qual a cana-de-açúcar possui o maior teor de açúcar, pois é por meio deste teor, que as usinas remuneram os produtores.

O levantamento do setor sucroalcooleiro (PALLETA 2004), a produtividade agrícola da região Sudeste na safra 2002/2003 foi de 78 toneladas de cana-de-açúcar por hectare. Segundo MACEDO *et.al* (2004) *apud* (SCANDIFFIO (2005) a produtividade agrícola média das ultimas cinco safras (da safra 1998/99 a safra 2002/03) foi de 82,4 toneladas por hectare. Uma tonelada de cana produz em média 80 litros de etanol, ou seja, um hectare produz (1ha = 80 ton x 80 litros) = 6.400 l/ha.

O quadro abaixo apresenta um resumo dos custos totais por hectare para produção da cana e da batata-doce. Para obtenção do custo por tonelada, divide-se o valor obtido pela produtividade média por hectare no caso da cana 80 ton/hectare e da batata-doce 40

ton/hectare. Segundo ÚNICA, em 2003 o custo da terra para plantio de cana na região de Serra Azul – SP, estimado em R\$ 188,80 por ano por hectare, já o custo de produção de um hectare na mesma região estava em torno de R\$ 3.447,47, para o primeiro ciclo e R\$ 1.773,70 para os outros cinco ciclos. Mas para a produção da batata-doce o custo com plantio e replantio, preparo do solo se mantém constante ao longo do ano, neste cálculo considera-se uma safra por ano.

O lucro do produtor foi calculado pela receita gerada com a venda por tonelada da cana R\$ 30,00 e da batata R\$ 65,00, menos o custo de produção por tonelada, multiplicado pela quantidade de toneladas produzidas por hectare.

Quadro – 4.1.2 Custos totais com a produção de cana-de-açúcar e batata-doce por hectare

Item	Batata-doce 40 ton/hec		Cana 80 ton/hec	
	R\$/ha/ano	R\$/ton/ano	R\$/ha/ano	R\$/ton/ano
Remuneração da terra	188,82	4,72	188,80	2,36
Preparo do solo, plantio e manutenção	659,80	16,49	58,33	0,72
Custo de plantio	280,00	7,00	238,64	2,98
Custo com irrigação	325,00	8,12	-	-
Custo de corte (colheita) carregamento e transporte	500,00	12,50	670,60	8,38
Custos com tratos culturais	400,00	10,00	602,29	7,52
Administração	-	-	15,02	0,18
Total	2.353,62	58,83	1.773,70	22,17
Custo médio/litro	0,34		0,27	
Preço de venda por tonelada	65,00		30,00	
Lucro do produtor por hectare	246,38		626,40	

FONTE: Elaborada a partir de dados do próprio trabalho

A diferença dos custos para o cultivo da lavoura de cana-de-açúcar para a batata-doce por hectare, é que os custos da cana são bem maiores para o primeiro plantio, mas para o cultivo da cana o preparo do solo, custo de plantio e manutenção só é considerado uma vez ao longo de seis ciclos, o que acarreta em uma queda nos custos de produção nos ciclos seguintes.

Na tabela abaixo são demonstrados o fluxo de caixa para a produção da cana-de-açúcar e da batata-doce ao longo de doze anos (período de dois ciclos de plantio já o plantio é realizado de seis em seis anos). O valor estimado da terra no município de Palmas foi de R\$ 2.500,00 o hectare, considera-se que a terra para o cultivo será arrendada ao valor de R\$

600,00⁹. Como benefício para a produção da batata-doce considerou-se a receita gerada com a venda da batata-doce para a indústria sendo produzidos cerca de 40 ton/ha ao valor de R\$ 65,00¹⁰ a tonelada, sendo de R\$ 2.600,00 por hectare por safra. Já os benefícios para a produção da cana-de-açúcar foram de R\$ 2.400,00 com a receita gerada pela venda da cana para a indústria, ao valor de R\$ 30,00 a tonelada, são produzidos em média 80 toneladas por hectare.

Tabela 4.1.3 Análise dos custos – benefícios privados para produção de batata-doce e cana-de-açúcar em um hectare/ano.

ANOS ¹¹	BATATA-DOCE		CANA-DE-AÇÚCAR	
	Custos R\$	Benefícios R\$	Custos R\$	Benefícios R\$
0	(600,00)	-	(600,00)	-
1	2.353,32	2.600,00	3.447,47	2.400,00
2	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
3	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
4	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
5	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
6	2.353,32	2.600,00	3.447,47	2.400,00
7	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
8	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
9	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
10	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
11	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
12	2.353,32	2.600,00	1.773,70	2.400,00
Total do Fluxo de Caixa	28.239,84	31.200,00	24.631,94	28.800,00
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	14.577,34	16.105,37	13.329,38	14.866,5
Benefício Custo (B/C)		1,10		1,11
Valor presente líquido (VPL)		928,03		883,62
TIR Descontada		25%		10%
Pay-back		3,05		7,5

FONTE – Elaborado pela autora a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

Pela tabela acima a análise benefício/custo privada fica demonstrado que as duas culturas são viáveis economicamente, pois o B/C é maior que 1 nas duas alternativas, satisfazendo a principal condição de viabilidade econômica. Porém tanto a produção da batata-doce quanto a cana apresentou um VPL positivo e taxa interna de retorno de 25% para

⁹ O valor do arrendamento da terra foi calculado baseado nos custos por hectare dividido por 50 anos, prazo esperado para o retorno do investimento multiplicado pelo prazo de retorno considerado no fluxo de caixa.

¹⁰ Valor a ser pago por tonelada ao produtor para viabilizar os custos da indústria segundo informações colhidas junto aos possíveis compradores.

¹¹ Foram escolhidos 12 anos para análise no fluxo de caixa, por ser considerado tempo suficiente para apresentar rendimentos crescentes de escala, sendo que um plantio da cana-de-açúcar, gera 6 ciclos de 12 meses.

a produção primária da batata-doce e 10% para a cana. Considerando o custo de oportunidade a taxa de retorno se mostra atrativa para o investimento.

A geração de emprego e renda é uma das principais preocupações atuais para, quando se trata de implantar qualquer atividade econômica, levando em consideração esse fator no quadro abaixo demonstra a quantidade e o valor da mão-de-obra (não qualificada) necessária para o cultivo da cana e da batata-doce, medindo os efeitos sociais do projeto.

Quadro 4.1.4 Impactos sociais do cultivo de um hectare da cana-de-açúcar e da batata-doce

Impactos sociais mensuráveis	Cana-de-açúcar/há	Batata-doce/há
Geração de emprego d/h	47	53
Massa salarial R\$	940,00	1.060,00

FONTE: Elaborado a partir de resultados da pesquisa

Os benefícios sociais para a produção da batata-doce foram estimados pela quantidade de massa salarial usada na produção da batata-doce por hectare no valor de R\$ 1.060,00 mais a receita gerada com a venda da batata-doce para a indústria de R\$ 2.600,00 por hectare. Já os benefícios sociais para a produção da cana-de-açúcar foram estimados em R\$ 940,00 de massa salarial por hectare mais R\$ 2.400,00 com a receita da venda da cana para a indústria.

Tabela 4.1.5- Análise dos custos – benefícios sociais para produção de batata-doce e cana-de-açúcar em um hectare/ano.

ANOS	BATATA-DOCE		CANHA-DE-AÇÚCAR	
	Custos R\$	Benefícios ² R\$	Custos R\$	Benefícios R\$
0	(600,00)	-	(600,00)	-
1	2.353,32	3.660,00	3.447,47	3.340,00
2	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
3	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
4	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
5	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
6	2.353,32	3.660,00	3.447,47	3.340,00
7	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
8	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
9	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
10	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
11	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
12	2.353,32	3.660,00	1.773,70	3.340,00
Total do Fluxo de Caixa	25.739,84	43.920,00	24.031,94	40.080,00
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	14.577,34	22.671,41	13.329,38	20.689,21
Benefício Custo (B/C)		1,56		1,55
Valor Presente Líquido (VPL)		7.494,06		6.759,83
TIR Descontada		184%		88%

FONTE – Elaborado a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

²Inclui os benefícios privados e os benefícios sociais.

Pela tabela acima na análise custo - benefício social as duas culturas são viáveis economicamente, pois a B/C é maior que 1 nas duas alternativas. A TIR, para produção da batata-doce foi de 184% enquanto que para a produção da cana foi de 88%, ou seja, a produção da batata-doce demonstra ser mais atrativa do que a produção da cana quando são considerados os benefícios sociais como geração de emprego e renda. Nesta análise a batata-doce apresentou um indicador bem mais favorável que a cana-de-açúcar, por se tratar de uma cultura que emprega maior quantidade de mão-de-obra no seu manejo e sua produção ainda não ser realizada de forma mecanizada.

Para a análise custo - benefício ambiental foram considerados os custos e benefícios para a produção da cana-de-açúcar e da batata-doce. De acordo com estudos realizados pela Copersucar, os benefícios ambientais com a produção da cana só podem ser considerados se não houver a queima. A colheita da cana-de-açúcar sem a queima previa, além de evitar inúmeros problemas, traz benefícios ao solo, pela permanência do resíduo no campo, pela melhor qualidade da matéria-prima entregue a indústria, entre outras, e também reduz a agressão ambiental (MATTOS & MATTOS, 2004). Mas, com a queima, a produtividade do

trabalhador aumenta de 2 para 5 toneladas por dia. Os custos com carregamento e transporte são reduzidos e aumenta a eficiência das moendas, que não precisam interromper seu funcionamento para a limpeza da palha.

Portanto, a queimada é utilizada como indicador ambiental neste trabalho por ser considerado o principal efeito externo negativo da produção da cana-de-açúcar, apesar da cultura canavieira passar por grandes mudanças, sendo uma das principais a substituição da colheita manual pela mecânica, o que deverá minimizar este impacto e provocar outros sociais pela substituição da mão-de-obra. Como já citamos anteriormente Segundo MATTOS (2004) a cana apresenta um custo ambiental com a queimada de R\$ 7.936,60 por hectare/safra, este valor foi rateado entre a produção primária e industrial, para os cálculos da produção primária utilizou-se o valor de R\$ 1.190,49 o que representa 15% do valor do custo total da queimada por hectare. Já que para a produção da batata-doce ainda não existem estudos que comprovem os danos ambientais que esta cultura possa vir a causar ao meio ambiente e não necessita da queimada.

Como benefício ambiental comprovado para produção da batata-doce, pode ser citado os 12% da parte aérea da batata-doce (matéria seca) que é incorporada ao solo, servindo como adubo orgânico, segundo estimativas da equipe LASPER, pode ser fixado em torno de 4 toneladas/ha, ao valor de R\$ 50,00 a tonelada, representando uma economia de R\$ 200,00/ha, com adubos.

Tabela 4.1.6 - Análise dos custos – benefícios ambientais para produção de batata-doce e cana-de-açúcar em um hectare/ano.

ANOS	BATATA-DOCE		CANADA-AÇÚCAR	
	Custos ² R\$	Benefícios ³ R\$	Custos ² R\$	Benefícios ³ R\$
0	(600,00)	-	(600,00)	-
1	2.353,32	2.800,00	4.637,96	2.400,00
2	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
3	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
4	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
5	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
6	2.353,32	2.800,00	4.637,96	2.400,00
7	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
8	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
9	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
10	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
11	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
12	2.353,32	2.800,00	2.964,19	2.400,00
Total do Fluxo de Caixa	25.739,84	33.800,00	38.317,82	28.800,00
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	14.577,34	17.344,25	20.703,72	14.866,50
Benefício Custo Ambiental (B/C)		1,19		0,72
Valor Presente Líquido (VPL)		2.166,90		-6.437,23
TIR Descontada		56%		-∞

FONTE – Elaborado pela autora a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

² Inclui os custos privados e os custos ambientais.

³ Inclui os benefícios privados e os benefícios ambientais.

Na análise custo - benefício ambiental se observa que os custos ambientais para produção da cana são maiores do que os benefícios ambientais. Somente o cultivo da batata-doce demonstrou viabilidade econômica considerando os custos ambientais, por não haver necessidade de queimadas na produção da batata-doce. Ainda segundo os resultados os custos ambientais para a produção de um hectare de cana, poderiam inviabilizar a produção desta, mas segundo especialistas na área os efeitos positivos com a venda do álcool, substituindo os combustíveis fósseis compensam os efeitos negativos durante a produção agrícola.

Os produtores de cana ou pequenos agricultores, não ganham muito com a produção e venda para as usinas, quem acaba lucrando são as usinas. Para a batata-doce seria aconselhável a organização em associações de pequenos produtores para montagem de mini-usinas, plantio e cultivo criando sustentabilidade na cadeia produtiva, que poderia baixar os custos de produção, gerando maior vantagem aos pequenos produtores.

As usinas possuem vantagem na cultura da cana, comparado com outros produtores, Segundo dados do Relatório Banco de Cooperação Internacional do Japão - JBIC (2006) 300 das 1.400 grandes propriedades no Brasil pertencem à indústria da cana. Como cada usina necessita de cana suficiente para sua capacidade de processamento, estas produzem o suficiente para sua capacidade de processamento, por conta própria para não depender totalmente da matéria-prima externa e diminuir os riscos. Com isso ocorre uma economia nos custos, além disso, há o uso do vinhoto que reduz os custos com fertilizante. A tabela a seguir demonstra a diferença entre obter matéria-prima de produtores e produzir por conta da usina.

Tabela 4.1.7 - Economia das usinas nos custos de matéria-prima com a produção direta da cana

ITEM	PR	SP
Custo de Produção do Agricultor (R\$/ton)	24,6	27,2
Custo de Produção da Usina (R\$/ton)	20,7	22,9
Preço se Comprar dos Agricultores (R\$/ton)	31,0	34,0
Diferença de Preço (R\$/ton)	10,3	11,1

FONTE: Relatório Banco de Cooperação Internacional do Japão - JBIC (2006)

Como demonstra a tabela acima, a usina pode economizar R\$10 a R\$ 11/ton se produzir cana na sua propriedade. Estas vantagens fizeram que incentivassem o aumento na escala de produção para poder produzir matéria-prima em sua própria propriedade reduzindo os custos médios aumentando a renda devido à escala de produção.

Conforme a tabela abaixo é possível visualizar a diferença entre os custos e benefícios para a produção de etanol por litro em um hectare da cana e da batata-doce.

Tabela 4.1.8 Produtividade da cana-de-açúcar e da batata-doce por hectare, tonelada/litros

ITEM	BATATA-DOCE	CANA-DE-AÇÚCAR
Produção tonelada por hectare (ton)	40	80
Produção litros por hectare (litros)	6.800	6.400
Custo médio de instalação de uma usina por litro (R\$)	0,92	1,94
Custo de instalação de uma usina por hectare (R\$)	6.256,00	13.184,00
Custo de produção por litro (R\$)	1,07	0,71
Preço de venda por litro (R\$)	0,94 ¹²	0,80 ¹³
Custo mão-de-obra por litro (R\$)	0,14	0,08
Custo médio de produção de etanol por hectare (R\$)	7.276,00	4.544,00
Custo Ambiental da produção de etanol por hectare (R\$)	-	7.936,60
Receita/benefício por hectare (R\$)	5.120,00	5.248,00

FONTE: Elaborado a partir de dados do trabalho

4.2 ANÁLISE CUSTO BENEFÍCIO SOCIAL: PRODUÇÃO DO ETANOL A PARTIR DA BATATA-DOCE X CANA DE AÇÚCAR

4.2.1 Usinas de etanol a partir da batata-doce

Conforme demonstra a tabela 4.2.1 a seguir, os equipamentos utilizados para montagem das mini-usinas de etanol de batata-doce pouco se diferem nas quatro escalas de produção (mini-usinas de 150, 500, 1200 e 4000 litros/dia). A tecnologia de produção é a mesma, a diferença dos custos com investimento está no tamanho e na quantidade de equipamentos e na infra-estrutura para instalação usada no processo produtivo. Os equipamentos são produzidos no Brasil e a tecnologia é nacional contribuindo assim para geração de empregos diretos e com a economia interna, como também para aperfeiçoamento tecnológico.

Dentre os equipamentos necessários no processo de produção do álcool de batata-doce e no aproveitamento do resíduo, a caldeira e a fábrica de ração representam o maior custo. As mini-usinas são projetadas num conjunto de máquinas e equipamentos, todo o sistema operacional esta interligado. As empresas que fabricam os equipamentos são também responsáveis pela montagem e manutenção das mini-usinas.

Os equipamentos estão disponíveis no mercado e foram cotados em outubro de 2006 de acordo com os dados fornecidos pela empresa Alumisert Bioenergia, por meio de

¹² Optou-se neste calculo pelo preço mínimo do etanol de batata-doce, ou seja, pelo valor de mercado do álcool carburante.

¹³ O preço de venda do álcool da cana-de-açúcar varia de acordo com a produção por safra, foi considerado o preço médio praticado pelas usinas na safra 2005/2006.

entrevista, e podem sofrer alterações de preços, já que são fabricados em aço e inox sujeitos a aumento.

Tabela 4.2.1 Investimento fixo a realizar para implantação das quatro mini-usinas de etanol de batata-doce a serem analisadas.

INVESTIMENTOS FIXOS A REALIZAR	150 LITROS/DIA		500 LITROS/DIA		1200 LITROS/DIA		4000 LITROS/DIA	
DESCRIÇÃO	QT D	VLR. Unitário	QT D	VLR. Unitário	QTD	VLR. Unitário	QT D	VLR. Unitário
1- Balança caçamba	1	3.000,00	3	3.000,00	6	3.000,00	10	5.000,00
3- Equipamento para trituração	1	1.000,00	3	2.000,00	6	2.000,00	10	5.000,00
4 - Reator com agitador 1,2m ³ tipo sacarificador construído em aço inox AIS 304, com diâmetro de 1500mm	1	2.000,00	3	2.000,00	6	2.000,00	10	3.000,00
5 - Torre de destilação primária para a desidratação do álcool	1	2.000,00	5	2.000,00	10	2.000,00	20	3.000,00
6 – Caldeira	1	25.000,00	1	50.000,00	1	50.000,00	1	100.000,00
7 – Moedor – Capacidade 100 L/t caldo	1	3.000,00	5	3.000,00	5	6.000,00	12	8.000,00
8 - Dornas de Fermentação (37” x 66”)	1	3.000,00	10	3.000,00	10	3.000,00	20	5.000,00
9 – Sistema de torre e resfriamento	4	2.000,00	3	2.000,00	3	6.000,00	10	10.000,00
10 – Destilador de 500 litros álcool/dia	1	3.000,00	1	15.000,00	2	20.000,00	3	20.000,00
11 - Lote de acessórios para interligações caldeira	1	1.200,00	5	1.200,00	10	1.200,00	15	1.200,00
12 - Tanque de serviço construído em aço inox	1	1.000,00	5	1.000,00	10	1.000,00	15	12.000,00
13 – Manômetros, vacuômetros, termômetros medidores	1	800,00	5	800,00	10	800,00	20	800,00
14 - Lote acessórios para interligações saída água	1	1.200,00	3	1.200,00	6	1.200,00	14	1.200,00
15-Reservatório de água 0,5m ³ ,	1	800,00	5	950,00	10	950,00	10	1.150,00
16 – Bomba de álcool	1	1.500,00	5	1.500,00	10	1.500,00	14	1.600,00
17- Bomba de água de lavagem da batata	1	1.000,00	5	1.000,00	7	1.000,00	10	1.200,00
18- Válvulas pneumáticas e vapor	1	100,00	21	150,00	20	150,00	25	250,00
19 – Equipamentos transmissor	7	100,00	10	150,00	20	150,00	27	250,00
20-equipamentos transmissores de temperatura	4	100,00	10	100,00	20	100,00	30	250,00
21- Equipamentos rotômetros	15	100,00	10	150,00	21	150,00	30	250,00
22- Fabrica de ração misturador cilíndrico horizontal em aço carbono.			1	25.000,00	1	50.000,00	1	50.000,00
23- Instalações	1	3.000,00	1	10.000,00	1	25.000,00	1	99.300,00
TOTAL MÁQUINAS EQUIPAMENTOS		68.800,00		300.000,00		500.000,00		1.200.000,00

FONTE: Elaborado a partir de dados fornecidos pela empresa Alumisert Bioenergia (2006)

Diferente das usinas de cana-de-açúcar que tem o preço de mercado do álcool e do açúcar estabelecido, a receita das usinas de etanol de batata-doce depende da qualidade do etanol produzido e do preço que este pode alcançar no mercado. O etanol da batata-doce possui as mesmas características físico-químicas do álcool fino produzido da mandioca que é comercializado como álcool fino, ao valor que varia de R\$1,60 a R\$ 2,80 o litro. Já que este é usado na fabricação de bebidas finas e indústria química.

Portanto neste trabalho são considerados dois cenários de produção para o litro do etanol a partir da batata-doce, ao valor de R\$ 1,60 para álcool fino e R\$ 0,94 álcool carburante. Diante das duas possibilidades de produção são demonstrados nas tabelas abaixo os resultados anuais para as quatro diferentes escalas de mini-usinas, considerando os dois cenários de produção para álcool carburante e fino.

Tabela 4.2.2 Estimativa do demonstrativo do resultado das mini-usinas de etanol a partir da batata-doce considerando a produção e a venda de álcool carburante a R\$ 0,94/litro em um ano.

ITENS	USINA 1 150 L/DIA	USINA 2 500 L/DIA	USINA 3 1200 L/DIA	USINA 4 4000 L/DIA
Investimento Inicial	68.800,00	300.000,00	500.000,00	1.200.000,00
Litros Etanol/ano	48.600	162.000	388.800	1.296.000
Ração Kg/ano	43.740	146.000	340.200	1.143.000
1. Receita	57.488,40	191.700,00	457.326,00	1.526.850,00
1.1 Receita Etanol (R\$)	45.684,00	152.280,00	365.472,00	1.218.240,00
1.2 Receita Ração (R\$)	11.804,40	39.420,00	91.854,00	308.610,00
2. Custo Variável	35.738,00	115.941,12	279.582,40	910.471,01
2.1 Matéria – prima	18.954,00	63.168,00	147.420,00	495.331,20
2.2 Insumos	13.284,00	46.332,00	116.640,00	370.656,00
2.3 Energia Elétrica	1.500,00	3.048,84	7.322,40	20.983,81
2.4 Combustível para caldeira	2.000,00	3.392,28	8.200,00	23.500,00
3. Custo Fixo	42.270,00	95.571,40	201.149,24	483.721,35
3.1 Mão-de-obra	29.120,00	39.288,24	88.704,72	187.595,94
3.2 Custo manutenção industrial	3.800,00	12.503,16	30.015,36	86.004,48
3.3 Despesas Administrativas	810,00	1.620,00	3.240,00	6.480,00
3.4 Custos com frete	6.000,00	12.160,00	29.189,16	83.640,93
3.5 Depreciação	1.440,00	24.000,00	40.000,00	96.000,00
3.6 Seguros	1.100,00	6.000,00	10.000,00	24.000,00
4. Custo total	78.008,00	211.512,52	480.731,64	1.394.192,36
5. Lucro ou Prejuízo Total	-20.519,60	-19.812,52	-23.405,64	132.657,64
6. Custo Médio/Litro	1,60	1,30	1,23	1,07
7. Lucro Médio/Litro	-0,42	-0,12	-0,06	0,10

FONTE: Elaborado a partir de dados fornecidos pela Empresa Alumisert Bioenergia (2006)

Tabela 4.2.2.1 Estimativa do demonstrativo de resultados das mini-usinas de etanol a partir de batata-doce considerando a produção e a venda de álcool fino a R\$1,60/litro em um ano.

ITENS	150 LLITROS/DIA	500 LITROS/DIA	1200 LITROS/DIA	4000 LITROS/DIA
Investimento Inicial	68.800	300.000,00	500.000,00	1.200.000,00
Litros Etanol/ano	48.600	162.000	388.800	1.296.000
Ração Kg/ano	43.740	146.000	340.200	1.143.000
1.Receita Total	R\$ 101.817,00	R\$ 339.500,00	R\$ 809.190,00	R\$ 2.702.250,00
1.1 Receita Etanol	R\$ 77.760,00	R\$ 259.200,00	R\$ 622.080,00	R\$ 2.073.600,00
1.2 Receita Ração	R\$ 24.057,00	R\$ 80.300,00	R\$ 187.110,00	R\$ 628.650,00
2. Custos Variáveis	R\$ 59.440,00	R\$ 164.376,50	R\$ 381.030,37	R\$ 1.144.153,78
2.1 Matéria-Prima	R\$ 18.954,00	R\$ 63.168,00	R\$ 147.420,00	R\$ 495.331,20
2.2 Insumos álcool	R\$ 13.284,00	R\$ 46.332,00	R\$ 116.640,00	R\$ 370.656,00
2.3 Energia Elétrica	R\$ 1.500,00	R\$ 3.048,84	R\$ 7.322,40	R\$ 20.983,91
2.4 Combustível Caldeira	R\$ 2.000,00	R\$ 3.392,28	R\$ 8.200,00	R\$ 23.500,00
2.5 Frete	R\$ 6.000,00	R\$ 12.159,72	R\$ 29.189,16	R\$ 83.640,09
2.6 Embalagens	R\$ 902,00	R\$ 1.804,68	R\$ 4.331,88	R\$ 12.413,02
2.7 Insumos Ração	R\$ 16.800,00	R\$ 34.471,00	R\$ 67.926,93	R\$ 137.629,56
3. Custos Fixos	R\$ 36.270,00	R\$ 55.408,68	R\$ 123.197,76	R\$ 283.627,00
3.1 Custo Total com mão- de- obra	R\$ 29.120,00	R\$ 39.288,24	R\$ 88.704,72	R\$ 187.595,94
3.2 Custos Manutenção Industrial	R\$ 3.800,00	R\$ 12.503,16	R\$ 30.015,36	R\$ 86.004,48
3.3 Despesas Administrativas	R\$ 810,00	R\$ 3.617,28	R\$ 4.477,68	R\$ 10.026,58
3.4 Depreciação	R\$ 1.100,00	R\$ 24.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 96.000,00
3.5 Seguros	R\$ 1.440,00	R\$ 6.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 24.000,00
4. Custo Total	R\$ 95.710,00	R\$ 249.785,20	R\$ 544.228,13	R\$ 1.547.780,78
5. Lucro Total	R\$ 6.107,00	R\$ 89.714,80	R\$ 264.961,87	R\$ 1.154.469,22
6. Custo Médio/Litro	R\$ 1,97	R\$ 1,54	R\$ 1,40	R\$ 1,19
7. Lucro Médio/Litro	R\$ 0,13	R\$ 0,55	R\$ 0,68	R\$ 0,89

FONTE: Elaborado a partir de dados fornecidos pela empresa Alumisert Bioenergia (2006)

As enzimas representam hoje o maior custo, dos insumos utilizados durante a produção do etanol da batata-doce, já que muitas vezes são importadas e ainda existem poucos distribuidores no país. Mas, autores como CEREDA (2005), PEREIRA JR (2004) e MACHADO (2006) entre outros recomendam a hidrólise via enzimática, pois além de ser eficiente economicamente, gera um resíduo não poluente, evitando custos com tratamento e podendo ser reaproveitado na fabricação de ração animal.

Conforme as tabelas acima observa-se que com o aumento da produção o custo médio de produção para as diferentes escalas de produção de mini-usinas de álcool de batata-doce tendem a diminuir se tratando de uma economia de escala. Portanto, qualquer que seja o nível de produção escolhido pelo investidor, ele pode optar por um tamanho de mini-usina que lhe permita obter tal

produção com o custo médio mínimo, a mini-usina que apresentou o menor custo médio de produção foi a de 4000 litros/dia com o valor de R\$ 1,07 o litro, para a produção do álcool carburante e R\$ 1,19 o litro para a produção do álcool fino.

Outro fator a ser observado é que com a produção e comercialização de álcool fino, todas as mini-usinas apresentam bom resultado, considerando a receita gerada com a venda do resíduo como ração que compensa o custo de produção do etanol. Já com a produção e comercialização do álcool carburante, mesmo considerando a receita com o resíduo somente a mini-usina de 4000 litros/dia apresentou lucro de R\$ 0,10 por litro.

Segundo CONTADOR (2000), o acréscimo de produção ou de quantidade produzida envolve necessariamente o aumento de custos. Com relação aos custos de produção de mini-usinas de etanol de batata-doce é necessário todo um cuidado especial no momento da produção principalmente durante a fermentação, pois o tempo gasto durante este processo pode influenciar na qualidade do álcool e no custo de produção, determinando assim o tipo de álcool e o valor de venda.

De maneira geral os custos de produção das empresas dependem do seu nível de produção. Segundo PINDICK & RUBINFELD (2002), numa economia de escala pode-se dobrar o produto sem dobrar os custos de produção, ou seja, os retornos de escala são crescentes quando o produto mais do que dobra quando os insumos são proporcionalmente dobrados. Já numa diseconomia de escala, para se dobrar o produto é necessário que os custos de produção mais do que dobrem.

4.2.4 Usinas de etanol a partir da cana-de-açúcar

As usinas de cana-de-açúcar além do Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) e do Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC), produzem outros produtos como o açúcar oferecendo alternativas ao produtor. Já as usinas de batata-doce só oferecem duas possibilidades de produção do álcool fino e carburante além do resíduo ou ração animal.

Tabela 4.2.4 – Cumulativa dos custos que ocorrem em cada ramo da cadeia produtiva canavieira

ITENS	R\$ /LITRO/ANO	PESO (% DO PREÇO DO ETANOL)	TOTAL (R\$LITRO/ANO)
Produção de cana (fase agrícola)			
Custo da terra	0,024	2,6	
Máquinas e equipamentos	0,073	7,8	
Instalação e manutenção	0,049	5,2	
Energia	0,024	2,6	
Insumos (fertilizantes, resíduos e água)	0,036	3,9	
Mão-de-obra	0,084	9,0	
Custo de produção da cana	0,291	31,1	0,291
Colheita Mecanizada			
Corte	0,075	8,0	
Carregamento	0,047	5,0	
Total	0,122	13,0	0,413
Transporte da cana	0,132	14,1	0,545
Moagem			
Extração e embebição			
Total	0,007	0,8	0,552
Produção Etanol (fase industrial)			
Energia	0,009	1,0	
Aquecimento	0,018	2,0	
Fermentação	0,072	8,0	
Centrifugação	0,009	1,0	
Destilação	0,054	6,0	
Custo de produção do etanol	0,162	18,0	0,714
Margem de lucro	0,046	5,0	
Preço de venda (ex-usina)			0,766
Impostos (estaduais e federais)	0,1589	12,0	
Distribuição	0,0562	6,0	
Custo no posto (Brasil)			0,935

FONTE: (www.lula.org.br/assets/politic_setor_sucroalcooleiro.pdf) acessado em 15/03/2006.

Segundo dados da ÚNICA (2006) para de montar uma usina de álcool no Brasil, gasta-se US\$ 75 por tonelada de cana moída de capacidade instalada. Sendo que uma tonelada de cana produz em média 80 litros de álcool então $US\$75/80\text{litros} = US\$ 0,9375$ custo para implantação por litro.

Na tabela seguinte é feita uma estimativa para o custo de instalação de uma nova usina com capacidade instalada de 2.000.000 ton/ano, considera como uma usina tamanho padrão, são necessários aproximadamente R\$374 milhões. Deste valor, o custo de instalação é de aproximadamente R\$230 milhões e R\$144 milhões são para a aquisição de máquinas e para o plantio de cana-de-açúcar.

Tabela 4.2.4.1 Custo de instalação de uma usina básica de açúcar e etanol

CAPACIDADE PROCESSAMENTO CANA: 2.000.000 T/ANO		12.000 T/DIA
Operação: 200 dias (85% operando) Dias de operação: 167 dias/ano		
Área Cultivada de Cana: 30.000 ha (Área Colhida: 25.000 ha, Produtividade: 80 t/ha)		
Custo Instalação:	R\$ 230.000.000	
	Etanol: 600 kl/dia	
	Açúcar: 1.100 t/dia	
Custo Aquisição de Máq. Agríc.:	R\$ 63.000.000	
Custo Plantio de cana	R\$ 81.000.000 (R\$2.700 x 30.000 ha)	
Investimento por Usina	R\$ 374.000.000	
Capac. Processamento Cana:	1.000.000 ton/ano	6.000 t/dia
Operação: 200 dias (85% Operando) Dias de operação	167 dias/ano	
Áreas Cultivo Cana:	15.000 ha (Área Colhida 12.500ha, Produtividade: 80t;ha)	
Custo Instalação:	R\$ 142.000.000	
	Etanol: 300 kl/dia	
	Açúcar: 550 t/dia	
Custo de Aquisição de Máq. Agríc.:	R\$ 32.000.000	
Custo Plantio Cana	R\$ 40.500.000 (R\$ 2.700 x 15.000 ha)	
Investimento por Usina	R\$ 214.500.000	

FONTE: Relatório Banco de Cooperação Internacional do Japão - JBIC (2006)

O custo de instalação inclui a compra do terreno construções civil, estruturas armazéns, instalações de lavagem, prensa, máquinas para fabricação de açúcar e etanol, caldeira para gerador, turbinas, instalações para distribuição elétrica. Para calcular os gastos, considera-se a capacidade padrão de tratamento de uma nova planta e a maquinaria agrícola apropriada para cada área a ser colhida, (tratores e colheitadeiras).

Sobre a renda das usinas segundo o Relatório do Banco De Cooperação Internacional Do Japão JBIC (2006), será possível recuperar o capital do investimento inicial somente a partir do sexto ano. Para o cálculo do rendimento das usinas conforme a tabela abaixo, considerou-se somente os custos anuais com o processamento de um milhão de toneladas de cana-de-açúcar, o que resulta na produção de 83 milhões de litros por safra.

Tabela 4.2.4.2 Balanço de uma usina de álcool de cana-de-açúcar (capacidade de processamento 2 milhões de toneladas de cana por ano)

ITEM	1º ANO	2º ANO	3º ANO	4º ANO	5º ANO	6º ANO	7º ANO
Investimento Inicial (R\$ 1.000)	311.000	-	-	-	-	-	-
Cana para Açúcar(mil t)	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Cana para álcool (mil t)	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Produção açúcar (mil t)	-	130	130	130	130	130	130
Produção Etanol (mil kl)	-	83	83	83	83	83	83
Renda Bruta (R\$ 1.000)	-	131.400	131.400	131.400	131.400	131.400	131.400
Custo de Produção Indústria Álcool (R\$ 1.000)	-	58.930	58.930	58.930	58.930	58.930	58.930
Renda Líquida (R\$ 1.000)	-	72.470	72.470	72.470	72.470	72.470	72.470
Balanço (R\$ 1.000)	-311.000	-238.530	-166.060	93.590	-21.120	51.350	72.470

Obs.: O cálculo considerando 1 ton açúcar = R\$ 500 e kl etanol = R\$ 800

FONTE: Relatório Banco de Cooperação Internacional do Japão - JBIC (2006) trabalhados pela autora

Como se observa os custos para instalação de usinas de álcool de cana varia de acordo com a capacidade de toneladas moída, ou seja, o custo de produção por litro depende da quantidade de litros de álcool que uma tonelada pode gerar. A usina descrita acima produz por safra, 130 mil toneladas de açúcar e comercializa a R\$ 500,00 a tonelada e 83 milhões de litros de álcool comercializado a R\$ 0,80 o litro e o que gera uma renda bruta anual de R\$ 131.400 milhões. Quanto aos custos de produção a usina apresenta um custo de produção em torno de R\$ 0,71 por litro de etanol produzido.

Os custos com mão-de-obra para a produção de etanol de cana-de-açúcar variam entre R\$0,08 e R\$0,09 por litro, então para uma usina que produz 83 milhões de litros de etanol por safra gera um benefício social com mão-de-obra em torno de R\$ 6.640 milhões por ano.

4.2.5 Comparação custo-benefício social entre usinas de etanol: batata-doce X cana-de-açúcar

Neste trabalho são analisadas quatro escalas de produção de mini-usinas de 150, 500, 1200 e 4000 litros/dia em dois cenários de produção de álcool fino e carburante, sob a ótica privada e a social considerando os benefícios sociais, como a geração de emprego.

Tabela 4.2.5 Análise Custo - benefício privado, das miniusinas de etanol de batata-doce, considerando a produção de álcool carburante.

ANOS ³	USINA 1 150 L/DIA		USINA 2 500 L/DIA		USINA 3 1.200 L/DIA		USINA 4 4.000 L/DIA	
	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)
0	-68.800	-	-300.000	-	-500.000	-	-1.200.000	-
1	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
2	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
3	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
4	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
5	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
6	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
7	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
8	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
9	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
10	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
11	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
12	78.008	57.448,40	211.512,52	191.700	480.731,64	457.326	1.394.192	1.526.850
Total do Fluxo de Caixa	867.296	689.381	2.238.150	2.300.400	5.268.780	5.487.912	15.530.308	18.322.20
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	483.211	355.857	1.310.188	1.187.461	2977832	2.832.848	8.636.149	9.457.880
Benefício Custo (B/C)		0,73		0,90		0,95		1,09
Valor Presente Líquido (VPL)		-196.153,86		-422.726,16		-644.983,29		-378.268,93
TIR Descontada		-∞		-∞		-∞		-7%
Pay-back		-∞		-∞		-∞		9,04

FONTE – Elaborado pela autora a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

Conforme a Análise privada a produção de álcool carburante só se torna viável acima de 4000 litros/dia. São quando as receitas geradas com a venda do álcool e do resíduo ultrapassam os custos de produção. Nas escalas de produção de 150, 500 e 1200 litros/dia, apesar de não demonstrarem viabilidade econômica, com o desenvolvimento de novas tecnologias de produção, os custos podem baixar.

As enzimas representam hoje o maior custo, dos insumos utilizados durante a produção do etanol da batata-doce, já que muitas vezes são importadas e ainda existem poucos distribuidores no país.

Tabela 4.2.5.1 Análise Custo - benefício social, das mini-usinas de etanol de batata-doce, considerando a produção de álcool carburante.

ANOS ³	USINA 1 150 L/DIA		USINA 2 500 L/DIA		USINA 3 1.200 L/DIA		USINA 4 4.000 L/DIA	
	Custos (R\$)	Benefícios ² (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios ² (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios ² (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios ² (R\$)
0	-68.800	-	-300.000	-	-500.000	-	-1.200.000	-
1	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
2	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
3	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
4	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
5	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
6	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
7	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
8	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
9	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
10	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
11	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
12	78.008,00	86.608,40	211.512,52	230.988,24	480.731,64	546.030,72	1.394.192,36	1.714.445,94
Total do Fluxo de Caixa	867.296,00	1.039.300,80	2.238.150	2.771.858,88	5.268.780	6.552.368,64	15.530.308	20.573.351,28
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	483.210,74	514.254,62	1.255.897,71	1.371.538,67	2.854.439,84	3.242.166,13	8.278.294,77	10.179.864,17
Benefício Custo (B/C) Valor Presente Líquido (VPL)	1,06		1,09		1,13		1,22	
TIR Descontada	-15.525,90		-179.360,10		-95.513,06		783.770,52	
	-5%		-14%		-4%		11%	

FONTE – Elaborado a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

²Inclui os benefícios privados e os benefícios sociais

Na análise Benefício-Custo social das mini-usinas de etanol de batata-doce no município de Palmas – TO considerando os benefícios sociais com a geração de emprego e renda, pode-se verificar que a produção de álcool carburante é eficaz economicamente, pois o (B/C) é maior que 1, satisfazendo a principal condição de viabilidade econômica, no entanto, somente a mini-usina de 4000 litros/dia apresentou VPL e TIR favorável ao longo de 12 anos.

Tabela 4.2.5.2 Análise Custo - benefício privado, das mini-usinas de etanol de batata-doce, considerando a produção de álcool fino¹⁴.

ANOS	USINA 1 150 L/DIA		USINA 2 500 L/DIA		USINA 3 1.200 L/DIA		USINA 4 4.000 L/DIA	
	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)
0	-68.800	-	-300.000	-	-500.000	-	-1.200.000	-
1	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	809.190,00	1.547.780,78	2.702.250
2	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
3	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
4	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
5	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
6	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
7	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
8	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
9	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
10	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
11	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
12	95.710,00	101.817,00	249.785,20	339.500,00	544.228,13	339.500,00	1.547.780,78	2.702.250
Total do Fluxo de Caixa	1.079.720	1.221.804	2.697.422	4.074.000	6.030.737,56	9.710.280	17.373.369,36	32.427.000
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	592.863,56	630.692,60	1.547.263,00	2.102.990,05	3.371.152,70	5.012.425,68	9.587.533,37	16.738.747,75
Benefício Custo (B/C)	1,06		1,35		1,48		1,74	
Valor Presente Líquido (VPL)	-30.970,96		255.727,04		1.141.272,98		5.951.214,38	
TIR Descontada	-10%		15%		36%		75%	
Pay-back	21,8		2,6		2,2		1,3	

FONTE – Elaborado a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

Nesta análise foi possível constatar que:

A mini-usina de 150 litros/dia mostra-se eficaz, para a produção do álcool fino, porém apresenta um VPL e TIR negativa ao longo de doze anos. Já para a produção de álcool carburante se mostrou ineficiente.

A mini-usina de 500 litros/dia se mostrou eficaz para a produção do álcool fino. Apresentando uma B/C privada de 1,35, um VPL de 255.727,04 e uma TIR de 15%. Já para a produção do álcool carburante não demonstrou eficiência econômica com uma B/C privada de 0,90.

¹⁴Foram escolhidos 12 anos para análise no fluxo de caixa, por ser considerado tempo suficiente para apresentar rendimentos crescentes de escala em empreendimentos agroindustriais.

A mini-usina de 1.200 litros/dia demonstrou-se eficiência e rentabilidade com a taxa de retorno de 36% para produção do álcool fino, e uma B/C de 1,48, já com a produção de álcool carburante também não demonstrou eficiência econômica.

A mini-usina de 4.000 litros/dia apresentou um bom resultado com a produção do álcool fino ela se mostrou totalmente eficaz com o retorno do capital em um ano de funcionamento. Com a produção do álcool carburante demonstrou eficiência econômica, porém com o retorno de capital investido em mais de nove anos. Esta mini-usina apresentou uma TIR privada de 75%, para o álcool fino, já para o álcool carburante apresentou uma TIR negativa de -9%.

Na análise Custo - benefício privada da mini-usinas de etanol de batata-doce no município de Palmas – TO, pode ser verificada que a produção de álcool carburante não é tão eficaz economicamente, quanto à produção de álcool fino. As duas alternativas de produção são viáveis, somente na mini-usina de 4000 litros/dia, pois o $(B/C)^{15}$ é maior que 1 nos dois cenários de produção, satisfazendo a principal condição de viabilidade econômica. Considerando o valor presente líquido (VPL), verifica-se que o benefício médio anual descontado da produção de álcool fino em uma análise privada para a mini-usina de 4000 litros/dia é de (5.931.214,78) e álcool carburante (-378.268,93), ao longo de 12 anos.

Na tabela a seguir são demonstrados os resultados da análise custo – benefício social, considerando a geração de emprego e renda das mini-usinas de etanol a partir da batata-doce com a produção do álcool fino.

¹⁵

Benefício/custo.

Tabela 4.2.5.3 Análise Custo - benefício social, das mini-usinas de etanol de batata-doce, considerando a produção de álcool fino.

ANOS	USINA 1 150 L/DIA		USINA 2 500 L/DIA		USINA 3 1.200 L/DIA		USINA 4 4.000 L/DIA	
	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)	Custos (R\$)	Benefícios (R\$)
0	-68.800	-	-300.000	-	-500.000	-	-1.200.000	-
1	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
2	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
3	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
4	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
5	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
6	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
7	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
8	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
9	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
10	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
11	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
12	95.710	130.937,00	249.785,20	378.788,24	544.228,13	897.894,72	1.547.780,78	2.889.845,94
Total do Fluxo de Caixa	1.079.720,00	1.571.244,00	2.697.422	4.545.458,88	6.030.738	10.774.736,64	17.373.369,36	34.678.151,28
Total do Fluxo de Caixa	592.863,56	811.072,78	1.547.263,00	2.346.356,11	3.371.152,70	5.561.895,91	9.587.533,37	17.900.787,21
Descontado ¹								
Benefício Custo (B/C)	1,36		1,51		1,64		1,86	
Valor Presente Líquido (VPL)	149.409,22		499.093,11		1.690.743,21		7.113.253,84	
TIR Descontada	35%		27%		52%		89%	

Fonte – Elaborado a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

²Inclui os benefícios privados e os benefícios sociais

A seguir demonstra-se o fluxo de caixa e a análise custo - benefício da produção de etanol da cana-de-açúcar e da batata-doce. As plantas industriais selecionadas nesta análise foram as de 4000 litros para a batata-doce, por serem as que demonstraram maior eficiência nos dois cenários de produção analisados, álcool carburante e álcool fino. Para a cana-de-açúcar optou-se pela usina com capacidade instalada de 2.000.000 ton/ano, considerada o tamanho padrão no Brasil, como já demonstramos anteriormente.

Tabela 4.2.6 Fluxo de caixa custos e benefícios privados da produção de etanol da batata-doce e cana-de-açúcar considerando os tamanhos padrões de usinas adotados no trabalho.

ANOS ¹	MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA-DOCE – 4.000 LITROS/CARBURANTE		MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA-DOCE – 4.000 LITROS/FINO		USINA DE ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR	
	Custos ² R\$	Benefícios ³ R\$	Custos R\$	Benefícios R\$	Custos R\$	Benefícios R\$
0	-1.200.000	-	-1.200.000	-	-311.000.000	-
1	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
2	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
3	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
4	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
5	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
6	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
7	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
8	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
9	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
10	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
11	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
12	1.394.192	1.526.850	1.547.780,78	2.702.250	58.930.000	131.400.000
Total do Fluxo de Caixa	15.530.308	18.322.20	17.373.369,36	32.427.000	396.160.000,00	1.445.400.000,00
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	8.636.149	9.457.880	9.587.533,37	16.738.747,75	312.418.401,68	696.619.344,65
Benefício Custo (B/C)		1,09		1,75		2,23
Valor Presente Líquido (VPL)		-378.268,93		5.951.214,38		137.906.300,12
TIR		-7%		75%		8%
Pay-back		9,04		1,03		4,3

FONTE – Elaborado a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

² Inclui os custos privados.

³ Inclui os benefícios privados.

Para a análise custo – benefício social das usinas considerou-se os salários pagos aos trabalhadores diretos das usinas. Os benefícios sociais da usina de cana-de-açúcar são de R\$ 0,08 por litro de álcool produzido, sendo que a usina em estudo produz em torno de 83 milhões de litros de etanol por safra gerando um benefício social em torno de R\$ 6.640 milhões por ano só com a produção do álcool. Já as mini-usinas de batata-doce analisadas geram um benefício de R\$ 187.595,94, com massa salarial para a produção do etanol.

Tabela 4.2.6.1 Fluxo de caixa custos e benefícios sociais da produção de etanol da batata-doce e cana-de-açúcar.

ANOS ¹	MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA-DOCE – 4.000 LITROS CARBURANTE		MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA-DOCE – 4.000 LITROS/FINO		USINA DE ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR	
	Custos ² R\$	Benefícios ³ R\$	Custos R\$	Benefícios R\$	Custos R\$	Benefícios R\$
0	-1.200.000	-	-1.200.000	-	-311.000.000	-
1	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
2	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
3	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
4	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
5	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
6	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
7	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
8	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
9	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
10	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
11	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
12	1.394.192,36	1.714.445,94	1.547.780,78	2.889.845,94	58.930.000	138.040.000
Total do Fluxo de Caixa	15.530.308	20.573.351,28	17.373.369,36	34.678.151,28	396.160.000,00	1.518.440.000,00
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	8.278.294,77	10.179.864,17	9.587.533,37	17.900.787,21	312.418.401,68	731.821.418,08
Benefício Custo (B/C)	1,22		1,87		2,34	
Valor Presente Líquido (VPL)	701.569,40		7.113.253,84		179.036.944,98	
TIR Descontada	11%		89%		10%	

FONTE – Elaborado pela autora a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

² Inclui os custos privados e sociais.

³ Inclui os benefícios privados e sociais.

Na análise custo - benefício social, considerando os benefícios com a geração de emprego e renda observa-se que as três usinas são viáveis economicamente, pois o B/C é maior que 1 em todas as alternativas, satisfazendo a principal condição de viabilidade econômica e social, apresentando um VPL e uma TIR positiva. A produção de etanol é considerada hoje uma das maiores empregadoras de mão-de-obra não qualificada no país.

Portanto os impactos sociais da mecanização da cana-de-açúcar precisam ser bem analisados, uma vez que podem resultar na perda de muitos empregos sazonais. As condições de

trabalho dos cortadores de cana geralmente são precárias e a preservação desses empregos não é necessariamente benéfica do ponto de vista social

A seguir apresenta-se o fluxo de caixa e a análise custo - benefício da produção de etanol da cana-de-açúcar e da batata-doce, considerando a produção por litros em um hectare.

Tabela 4.2.7 Fluxo de caixa custos e benefícios privados da produção de etanol da batata-doce e cana-de-açúcar por hectare.

ANOS ¹	MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA-DOCE – 4.000 LITROS CARBURANTE		MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA- DOCE – 4.000 LITROS FINO		USINA DE ETANOL DE CANHA-DE-AÇÚCAR	
	Custos ² R\$	Benefícios ³ R\$	Custos R\$	Benefícios R\$	Custos R\$	Benefícios R\$
0	-6.296,00		-6.296,00		-23.980,00	
1	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
2	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
3	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
4	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
5	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
6	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
7	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
8	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
9	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
10	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
11	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
12	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	4.544,00	10.132,00
Total do Fluxo de Caixa	81.016,00	96.135,00	90.848,00	170.141,64	30.548,00	111.452,00
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	45.070,27	49.624,68	50.124,88	87.826,75	28.147,24	62.761,40
Benefício Custo (B/C)		1,09		1,75		2,23
Valor Presente Líquido (VPL)		-1.741,59		31.445,87		10.634,16
TIR Descontada		-7%		75%		8%

FONTE – Elaborado pela autora a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

² Inclui os custos privados.

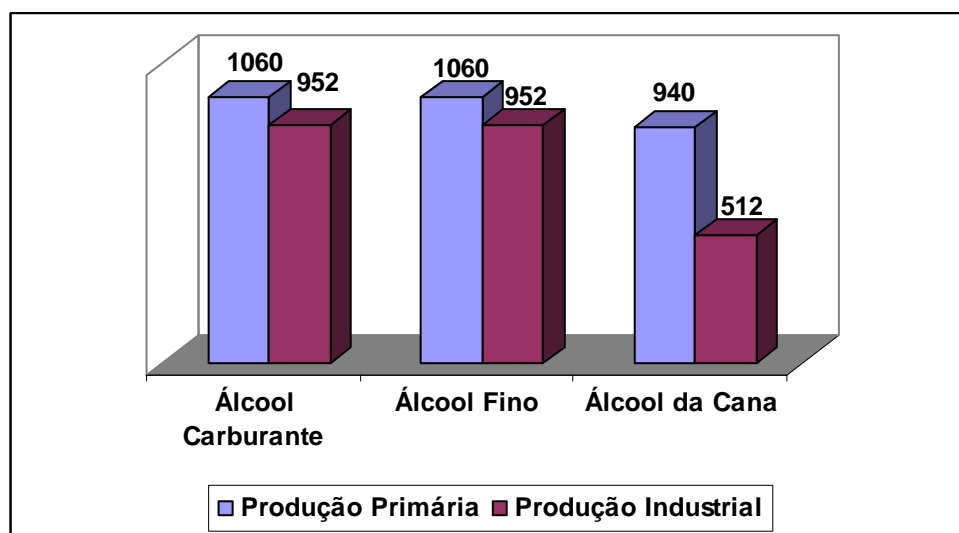
³ Inclui os benefícios privados

Na análise custo - benefício privada considerando a produção de litros por hectare fica demonstrado que a produção de etanol a partir da batata-doce é mais eficiente economicamente para o álcool fino. A produção de álcool por hectare da cana-de-açúcar também apresentou-se economicamente viável com um VPL positivo ao longo de doze anos, e uma TIR de 8% ao longo dos doze anos.

A seguir procede-se uma análise social da produção do etanol por hectare considerando os benefícios com os salários pagos aos trabalhadores diretos das usinas. Ao se produzir um litro de álcool a partir da cana-de-açúcar são gastos em torno de R\$ 0,08, sendo que um hectare de cana produz 6.400 litros, gerando assim um benefício com a massa salarial de R\$ 512,00 por hectare. Para a produção do etanol da batata-doce as usinas tem um custo por litro com mão-de-obra em torno de R\$ 0,14, sendo que um hectare produz 6.800 litros o que gera uma massa salarial de R\$ 952,00 por hectare.

Conforme demonstra o gráfico abaixo a geração de massa salarial por hectare da produção de etanol a partir da batata-doce é superior a da cana-de-açúcar. O que evidencia a geração de emprego e renda na cadeia produtiva do etanol.

Gráfico 6 – Geração de massa salarial para produção de etanol por hectare



FONTE: Elaborado a partir de dados do trabalho

A seguir demonstra-se o fluxo de caixa para a produção de etanol a partir da batata-doce e cana-de-açúcar, considerando a produção por litros em um hectare e os benefícios sociais com a geração de emprego e renda.

Tabela 4.2.7.1 Fluxo de caixa custos e benefícios sociais da produção de etanol da batata-doce e cana-de-açúcar por hectare.

ANOS ¹	MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA-DOCE – 4.000 LITROS/CARBURANTE		MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA- DOCE – 4.000 LITROS/FINO		USINA DE ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR	
	Custos ² R\$	Benefícios ³ R\$	Custos R\$	Benefícios R\$	Custos R\$	Benefícios R\$
0	-6.296,00		-6.296,00		-23.980,00	
1	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
2	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
3	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
4	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
5	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
6	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
7	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
8	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
9	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
10	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
11	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
12	7.276,00	8.963,25	8.092,00	15.130,47	4.544,00	10.644,00
Total do Fluxo de Caixa	81.016,00	107.559,00	90.808,00	181.565,64	30.548,00	127.728,00
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	45.070,27	55.521,72	50.124,88	93.723,79	28.147,24	65.932,92
Benefício Custo (B/C)		1,22		1,87		2,34
Valor Presente Líquido (VPL)		4.155,46		37.302,92		13.805,68
TIR Descontada		11%		89%		10%

FONTE – Elaborado pela autora a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

² Inclui os custos privados e sociais.

³ Inclui os benefícios privados e sociais

Para a análise custo - benefício ambiental de litros por hectare, optou-se por avaliar somente as externalidades causadas pela queima da cana, sendo esta a principal externalidade negativa, conforme já abordado anteriormente no valor de R\$ 7.936,60 por hectare. Este custo foi rateado entre a produção primária e a produção industrial, para a indústria o valor rateado foi de R\$ 6.746,11 por hectare o que representa 85% do valor total. Já para a produção do etanol a partir da batata-doce ainda não existem estudos que comprovem as externalidades negativas ou positivas que esta possa trazer ao meio ambiente, pois a tecnologia de produção deste tipo de etanol ainda esta em

teste, e segundo os resultados demonstrados até agora este tipo de produção apresenta baixo impacto ambiental por ainda ser empregado em pequena escala.

Tabela 4.2.7.2 - Análise dos custos – benefícios ambientais para produção de etanol da batata-doce e cana-de-açúcar em um hectare.

ANOS ¹	MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA-DOCE – 4.000 LITROS/CARBURANTE		MINI-USINA DE ETANOL DE BATATA-DOCE – 4.000 LITROS/FINO		USINA DE ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR	
	Custos ² R\$	Benefícios ³ R\$	Custos R\$	Benefícios R\$	Custos R\$	Benefícios R\$
0	-6.296,00		-6.296,00		-23.980,00	
1	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	-	-
2	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
3	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
4	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
5	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
6	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
7	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
8	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
9	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
10	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
11	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
12	7.276,00	8.011,25	8.092,00	14.178,47	11.290,11	10.132,00
Total do Fluxo de Caixa	81.016,00	96.135,00	90.848,00	170.141,64	111.501,32	121.584,00
Total do Fluxo de Caixa Descontado ¹	45.070,27	49.624,68	50.124,88	87.826,75	69.935,17	62.761,40
Benefício Custo (B/C)		1,10		1,75		0,90
Valor Presente Líquido (VPL)		-1.741,59		31.445,87		-31.153,77
TIR Descontada		-7%		75%		-∞

Fonte – Elaborado pela autora a partir de resultados da pesquisa.

¹Total dos fluxos de caixa descontado a uma taxa de 12,00% a.a.

² Inclui os custos privados e os custos ambientais.

³ Inclui os benefícios privados e os benefícios ambientais.

Conforme a tabela acima quando são adicionados ao fluxo de caixa os custos ambientais com a queimada da cana a produção de etanol da cana-de-açúcar mostra-se pouco eficiente, mas os custos ambientais com as queimadas são compensados pela baixa emissão de poluentes quando este é usado como combustível.

4.3 ANÁLISE CUSTO – BENEFÍCIO SOCIAL DA CADEIA PRODUTIVA DO ETANOL A PARTIR DA BATATA-DOCE E CANA-DE-AÇÚCAR

Para a análise custo – benefício social da cadeia produtiva da produção do etanol a partir da batata-doce e cana-de-açúcar utiliza-se os cálculos dos fluxos de caixa apresentados anteriormente e foi possível concluir que:

Tabela 4.3 - Análise custo - benefício social da cadeia produtiva da produção de etanol a partir da batata-doce por hectare VPL (Valor Presente Líquido).

	CADEIA PRODUTIVA BATATA-DOCE		CADEIA PRODUTIVA CANHA-DE-AÇÚCAR
	CARBURANTE	FINO	
PRODUÇÃO PRIMÁRIA			
VPL privado	928,03	928,03	883,62
Externalidades sociais	7.494,06	7.494,06	6.759,83
Externalidades ambientais	-	-	-6.437,23
VPL parcial (1)	8.422,09	8.422,09	1.206,22
PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA DE ETANOL			
VPL privado	1.741,59	31.445,87	10.634,16
Externalidades Sociais	4.155,46	37.302,92	13.805,68
Externalidades Ambientais	-	-	-31.153,77
VPL parcial (2)	5.897,05	68.748,79	-6.713,93
VPL total = (1) + (2)	14.319,14	77.170,88	-5.507,71

FONTE: Elaborado a partir de dados do trabalho

O VPL parcial mostra do ponto de vista da sociedade uma perspectiva por hectare. Para a produção primária da batata-doce o álcool fino e o carburante apresentam o mesmo VPL, só se diferenciam na fase da indústria, sendo que na produção industrial o álcool fino se mostrou mais eficaz do ponto de vista privado e social. Já a produção da cana de açúcar se mostrou pouco eficiente do ponto de vista ambiental tanto na produção primária quanto na produção do etanol (fase industrial), por ter sido considerado os custos com as externalidades ambientais provocados pelas queimadas, comprovando que a inclusão dos aspectos ambientais na análise custo - benefício dos projetos de investimentos reforça a necessidade de um tratamento especial sobre o complexo problema do meio ambiente, com métodos próprios de avaliação conforme aborda SACHS (2007).

Já do ponto de vista privado e social a produção de etanol da cana-de-açúcar se mostrou tão eficaz quanto à produção do etanol a partir da batata-doce.

Tabela 4.3.1 - Análise custo - benefício social da cadeia produtiva da produção de etanol a partir da batata-doce por hectare considerando a TIR (Taxa Interna de Retorno)

	CADEIA PRODUTIVA BATATA-DOCE				CADEIA PRODUTIVA CANA-DE-AÇÚCAR	
	CARBURANTE		FINO			
	PRODUÇÃO PRIMÁRIA					
	Total	Anual	Total	Anual	Total	Anual
TIR privada sem desconto	40%	2,84%	40%	2,84	24%	1,80%
TIR privada descontada	25%	1,87%	25%	1,87%	10%	0,79%
Externalidades sociais descontada	184%	9,09%	184%	9,09%	88%	5,40%
Externalidades ambientais descontada	-	-	-	-	-∞	-∞
	PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA DE ETANOL					
TIR privada sem desconto	6%	0,48%	97%	5,81	21%	1,60%
TIR privada descontada	-7%	0,56%	75%	4,77%	8%	0,64%
Externalidades sociais descontada	11%	0,87%	89%	5,44%	10%	0,79%
Externalidades Ambientais descontada	-	-	-	-	-∞	-∞

FONTE: Elaborado a partir de dados da pesquisa

Pela análise custo – benefício da cadeia produtiva do etanol a partir da TIR observa-se que a produção primária da batata-doce é mais atrativa por apresentar uma TIR descontada bem maior para a batata-doce do que para a cana. Já para a produção industrial a produção de álcool fino a partir da batata – doce apresentou maior retorno do que o álcool da cana. Apesar do investimento para a indústria da cana ser alto a tecnologia de produção para o álcool da cana, esta consolidada no Brasil e o mercado de combustíveis está em expansão, o que praticamente garante o retorno do investimento.

Conforme os gráficos (a) e (b) abaixo representados a cadeia produtiva de etanol a partir da batata-doce no município de Palmas – TO, é sustentável pela análise privada e social, já para a cadeia produtiva do etanol da cana-de-açúcar apresentou uma TIR negativa.

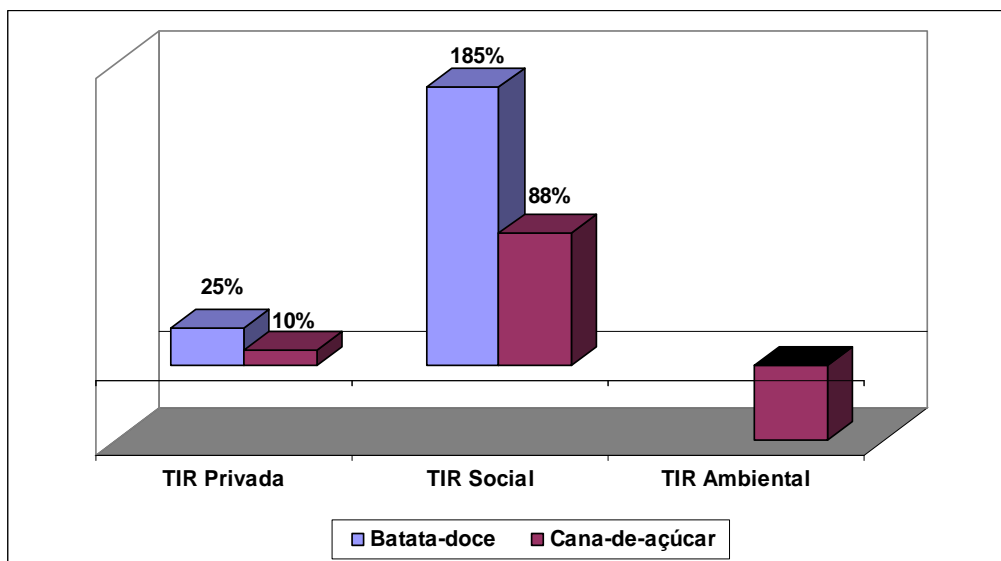


Gráfico (a) TIR produção primária

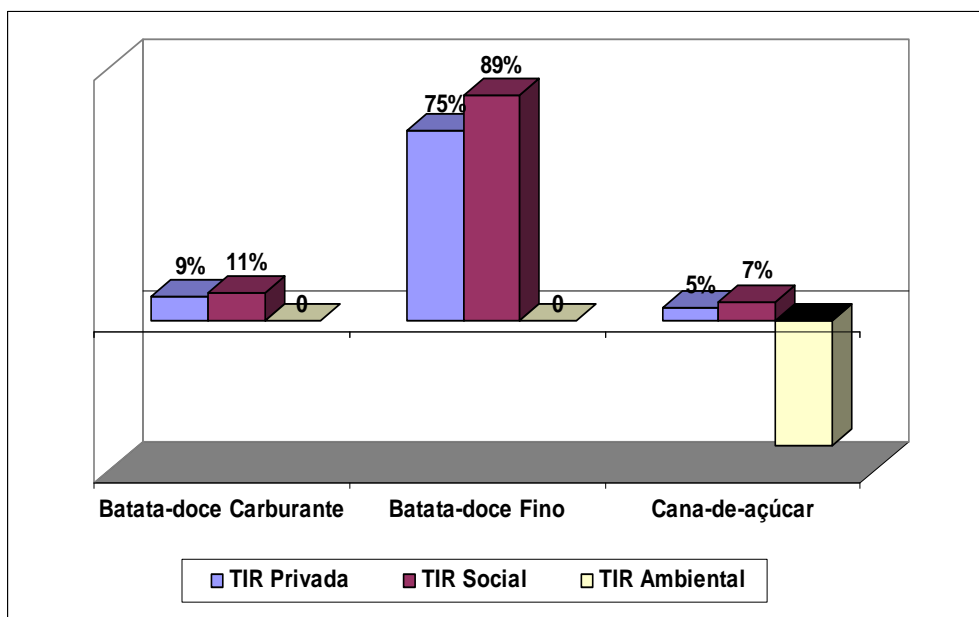


Gráfico (b) TIR produção industrial

Gráfico 7 - Demonstrativo da TIR descontada na cadeia produtiva do etanol, onde (a) produção primária e (b) produção industrial.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho analisou a sustentabilidade da cadeia produtiva de etanol a partir da batata-doce no município de Palmas – TO, comparado com a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, nas óticas privada e social. Foi discutida a eficiência econômica para as usinas de batata-doce e cana na combinação de seus custos e benefícios, privados, sociais e com a geração das externalidades ambientais pela queima da cana. Por meio da análise custo-benefício, foram comparadas diferentes alternativas de produção de etanol a partir da batata-doce (de 150, 500, 1200 e 4000 litros/dia álcool fino e carburante) e cana-de-açúcar (83 milhões de litros por safra). Proporcionando subsídios para projetos de implantação de usinas de etanol na região de Palmas.

De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se:

A análise da cadeia produtiva do etanol a partir da batata-doce demonstrou que na produção primária o cultivo da batata-doce apresenta maior vantagem do que o da cana. Isso ocorre porque a batata-doce tem um ciclo de produção de 5-6 meses enquanto que a cana 12 meses.

A produção de etanol a partir da batata-doce apresentou VPL e TIR positivo tanto na produção primária quanto na industrial. Já a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar não se mostrou tão eficiente com o VPL negativo para a produção primária e industrial, quanto a TIR desconta, apresentou taxas menores do que o etanol da batata-doce.

A instalação de mini-usina de etanol de batata-doce é viável. Entretanto, observou-se que as mini-usinas de 150, 500 e 1200 e 4000 litros/dia são mais eficientes no cenário de produção álcool fino. Para a produção do álcool carburante, somente a usina de 4000 litros demonstrou eficiência econômica pela análise privada, ou seja, apresentou rendimentos crescentes e custos decrescentes em maior escala de produção.

Pela ótica social a geração de emprego e renda na produção de etanol a partir da batata-doce fornece maior massa salarial tanto da produção primária quanto na fase industrial fornecendo resultados melhores do que a cana.

Do ponto de vista ambiental a produção da batata-doce mostrou-se mais eficaz do que a cana, principalmente quando foram considerados os custos ambientais com a queima da cana-de-açúcar que é a principal externalidade negativa ao meio ambiente citada na literatura.

Os indicadores B/C, VPL, TIR e *Payback*, possibilitaram avaliar os projetos nas diferentes óticas trazendo maior rigor a aplicação do método de análise custo-benefício.

A inclusão dos aspectos ambientais na análise custo-benefício trouxe a tona o complexo problema do meio ambiente causado pela queimada da cana e a degradação ambiental que ela provoca, deixada de lado em uma avaliação privada.

As miniusinas de etanol a partir da batata-doce demonstraram eficiência econômica considerando a renda com a comercialização do resíduo como ração animal.

A tecnologia de produção ainda está em teste para melhor adaptação as condições dos pequenos produtores para produção em pequena escala. Estes devem buscar parcerias e trabalhar com a produção do álcool fino, o qual é extremamente semelhante ao álcool de cereais e apresenta produção insuficiente para abastecer o mercado interno.

A inovação tecnológica aliada à política atual para a bioenergia justificaria a instalação de projetos como estes, porém, a estes fatores, pode ser somada a possibilidade de ganhos econômicos e sociais, uma vez que pela análise realizada neste trabalho, pode-se concluir que a instalação de mini-usinas para a produção de etanol no município de Palmas – TO, são economicamente, socialmente e ambientalmente eficientes.

Portanto, conclui-se que é viável produzir álcool de batata-doce em pequenas usinas.

5.1 Recomendações

Para que o potencial do mercado consumidor na região a ser implantada a mini-usina possa ser caracterizado, é necessário um estudo de mercado detalhado, demonstrando que a implantação de mini-usinas de produção de álcool a partir da batata-doce pode ser produtivamente competitiva. Principalmente se levado em consideração à possibilidade de aproveitamento integral dos resíduos, que além de favorecer o uso energético desta raiz, reduziria o problema do êxodo rural e da dependência externa de energia, em função da disponibilidade local da matéria-prima.

Recomendam-se futuros estudos e um acompanhamento do processo produtivo em cada etapa. Já que a batata-doce foi pouco estudada e quando comparada com a cana-de-açúcar tem trinta anos de pesquisas em tecnologia de produção à frente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABRÃO JUNIOR, F. **Reúso de esgoto tratado para fim agrícola: efeitos sobre o solo e a produção de batata-doce (*Ipomoea batatas*)**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente – UFT, Palmas -TO, 2006.

ARAUJO, N.Q. de *et al.* **Batata-Doce: Parâmetros preliminares e tecnologia de produção de etanol**. (S.L), 1978. 11p

ASSAD, E. D., Pinto, H. S., Zullo J. J. e Ávila, A. M. H. - **Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, nov. 2004.

BARBOSA, G. F. **Análise custo benefício social da expansão da soja no cerrados: o caso de Pedro Afonso – TO**. Monografia apresentado ao Curso de Ciências Econômicas – UFT , Palmas – TO , 2006.

BUARQUE, Cristovam. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro, Campus, 1989. 266 p.

CAMPOS, G. A.; SILVEIRA, M.A.; ANDRÉ, C.M.G.; BESSA, G.F.; NOGUEIRA, S.R.; SANTANA, W.R.; SILVA, V.A.G.; TAVARES, I.B. **Avaliação da biomassa da batata-doce visando à produção de álcool**. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 2, jul. 2002. Suplemento 2. CD-ROM.

CARVALHO, R. C. **Método para identificação de custos ambientais na cadeia produtiva de papel e celulose**. 2001. 126f . Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC. Florianópolis.

CEREDA, M. P. **Hidrólise enzimática de amido de mandioca para elaboração de Álcool**. 2005. Disponível em: <<http://www.abam.com.br/revista/revista13/ceteagro.php>>. Acesso em: 14 ago. 2006.

COELHO, S. T. **Externalidades e custos ambientais no setor de açúcar e álcool**. Cenbio, 2004 disponível em www.cenbio.org.br. Acesso em 22 ago. 2006.

CONTADOR, C. R. **Projetos sociais: avaliação e prática**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Databases**. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 3 set. 2006.

CORTEZ, Luis Augusto Barbosa *et* Michael Griffin *et* José A. Scaramucci *et* Mirna I. Gaya Scandiffio *et* Oscar A. Braunbeck (2003) **Considerations on the worldwide use of bioethanol as a contribution for sustainability**. Management of Environmental Quality, Vol. 14 Nr.4. Emerald, West Yorkshire.

FERREIRA, O.C. **Polêmica do álcool: Descaminhos do planejamento**. Economia & Energia N. 35: Novembro-Dezembro 2002. Disponível em www.ecen.com/eee35/alcool_polemica.htm Acesso em 16 out 2006.

FURTADO, A. T. (1983) – **Energy de la Biomasse et Style de Developpement (Les Leçons du Programme Proálcool au Bresil** – Tese de Doutorado, Univeersite de Paris I Panthenon-Sorbonne.

GAZZONI, D. **Álcool combustível**. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/energia/alcool/etanol.htm>. Acesso em 03 de out. 2006

GOLDEMBERG, José (coord) (2003) – **Ethanol Production and Use** - Julho 14-18, Piracicaba.

GUARNIERI, L.C.; JANNUZZI, G. M. Proálcool: Impactos Ambientais. **Revista Brasileira de Energia**, v. 2, n. 2, 1992.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, v. 30, 2003, Brasil. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 18 de set. 2006.

INTERNATIONAL POTATO CENTER. **CIP sweetpotato facts**. Disponível em: <www.cipotato.org>. Acesso em: 28 abr. 2006.

LEITE, R. C. DE C. **Biomassa, a esperança verde para poucos**. Disponível em [www.http://agenciact.mct.gov.br](http://agenciact.mct.gov.br) Acesso em 20 de out. 2006.

LEONEL, M.& CEREDA, M. P. **Avaliação Técnico-econômica da produção de etanol de farelo de mandioca, utilizando pectinase como enzima complementar**. Energia na Agricultura . 1998 .Vol 13(2): 1-14

LIN, Y.; TANAKA, S. **Ethanol fermentation from biomass resources: current state and prospects**. Appl Microbiol Biotechnol, v. 69, p. 627 - 642. 2006.

MACHADO, C. M. M. **Produção de combustíveis líquidos a partir de carboidratos**. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br> . Acesso em 26 de jul. 2006.

MAGALI, L. **Technical and economical evaluation of the alcohol production from cassava fibrous waste using pectinase as a complementary enzyme**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômica, UNESP, Botucatu, 2004.

MAGALHÃES, K. B. SANTANA, W. SILVEIRA M.A. MOMENTE. **Os custos de produção da batata-doce [*Ipomoea batatas* (L) Lam] com acessos selecionados para a indústria de etanol no município de Palmas – TO**. XLVI Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia, 2006.

MATTOS, K. M. C; MATTOS, A. **Valoração econômica do meio ambiente: uma abordagem teórica e pratica** – São Carlos: RiMa, Fapesp, 2004.

MELLO, M. G. **Biomassa Energia dos Trópicos em Minas Gerais**. Belo Horizonte: LabMidia/FAFICH, 2001.

MIRANDA, J. E. C. **Cultivares Desenvolvida pela Embrapa Hortaliças: Batata-Doce**. 1995. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/bat-doce.htm>>. Acesso em 20 de Jun. 2006.

MISHAN, E. J. **Elements of Cost-Benefit Analysis**. Tradução de Donaldson M. Garschagen. Zahar Editores. Rio de Janeiro, 1975.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS AMBIENTAIS - NEPAM. **Introdução ao estudo do planejamento de sistemas energéticos**. Campinas: UNICAMP/NEPAM, 1994. 50p.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M.A.N.; SEDIYAMA, T.; FINGER, F.L.; CRUZ, C.D. **Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 4, p. 576-582, 2002.

PEREIRA JÚNIOR, N.; FERREIRA, V.; ALVES, D. G. et al. **Tecnologia de bioprocessos: ênfase em aproveitamento de materiais amiláceis para produção de etanol**. Palmas: UFT/LASPER, 2004. (não publicado)

PINDICK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 711 p.

RELATÓRIO FINAL DO BANCO DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO – JBIC- **Estudos Prospectivos para Fomento dos Biocombustíveis no Brasil**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2006.

RODRIGUES, W. **Tecnologias agrícolas sustentáveis no cerrado**. Brasília: Ministério da Integração Nacional: Universidade Estadual de Goiás, 2002.86 p

ROSILLO-CALLE, F. **Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira**/organizadores:Frank Rosillo-Calle, SergioV. Bajay e Harry Rothman; tradutores: José Dilci Rocha e Maria Paula G. D. Rocha. – Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2005.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**/ Ignachs achs; Paulo Freire Viieira (org.) – São Paulo: Cortez, 2007.

SAMANEZ, C. P. **Matemática Financeira: Aplicações á Análise de Investimentos**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

SANCHES, E. N. **Desempenho de um biorreator com levedura imobilizada na fermentação alcoólica contínua de meio melaço-vinhoto**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1995. 93f. 12 p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Química)

SCANDIFFIO, M. I. G. **Análise prospectiva do álcool combustível no Brasil – cenários 2004-2024** /.Campinas, SP: [s.n.], 2005. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.Orientador: André Tosi Furtado.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. A cultura da batata-doce. In: CEREDA, Marney Pascoli (org.). **Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002a. cap. 22, p. 448 – 457

SILVA, M. L., JACOVINE, L. A. G., VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. Ed.UFV. Universidade Federal de Viçosa. 2002b. 178 p.

SILVEIRA, M. A.; AZEVEDO, S. M.; MALUF, W. R. et al. **Hortaliças-Novas Cultivares**. Palmas: UNITINS/UFLA, 1996. 2 p.

SILVEIRA, M.A.; CAMPOS, G.A.; ANDRÉ, C.M.G. et al. **Resistência de clones de batata-doce coletados no Estado do Tocantins a insetos de solo e nematóides causadores de galhas**. Hort. bras., v.20, n.2, jul. 2002. 2 CD-ROM.

SILVEIRA, M. A.; TAVARES, I. B.; ANDRÉ, C. M. G. et al. **Seleção de acessos de batata-doce obtidos via programa de melhoramento genético visando à produção de etanol no Estado do Tocantins**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 5. Porto Alegre, 2006. **Resumos...** Porto Alegre, PUC/ABES-RS. 19 p.

SILVA, C. D. F; MAGALHÃES, K. A B; SZMUCHROWSKI, M. A. RODRIGUES, W. **Valoração dos danos ambientais, decorrentes de processos erosivos, aos mananciais da microbacia do Ribeirão Taquaruçu, Palmas – TO**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 5. Porto Alegre, 2006. Resumos... Porto Alegre, PUC/ABES-RS.

SOUSA, S. A. **Vinhaça: O avanço das tecnologias de uso in: A energia da cana-de-açúcar. Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. Organizador: MACEDO, I. C. São Paulo, 2005.

SOUZA, A. F. B. C. **Avaliação do processo de hidrólise e fermentativo de biomassa de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] por meio de células imobilizadas para produção de etanol**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Campus de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2005a.

SOUZA, R. C.; CHIESA, V. B.; DULTRA, D. L.; GOULART, L. R.; OLIVEIRA JR., W. P. **Caracterização da divergência genética em sementes botânicas originadas de acessos de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] do Banco de Germoplasma da UFT por RAPD-PCR**. In: SEMINÁRIO CIENTIFICO DA UFT, 1. Palmas, 2005b. **Resumos...** Palmas, UFT. 266 p.

SOUZA, F. R. **Estabelecimento de um processo fermentativo utilizando células livres, a partir de clones de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] selecionadas para as condições de Palmas-TO**. 2006. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Campus de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2006.

SURMELY, R.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Hidrólise do amido. In : CEREDA, M. P. e VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 377-448. v. 3.

TAVARES, I. B.; SILVEIRA, M. A. **Obtenção de cultivares de batata-doce adaptada a produção de biomassa visando a produção de álcool**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10, 2003, Palmas. **Resumos...** Palmas: UNITINS/UFT, 2003. 77 p

TAVARES, I. B. **Desenvolvimento de cultivares de batata-doce e técnicas de bioprocessamento visando à implantação de mini-usinas de álcool combustível como alternativa para pequenas e médias propriedades na região Norte**. Monografia apresentada a Universidade Federal do Tocantins sob orientação do Prof. Márcio Antônio da Silveira do curso de Engenharia Ambiental. Palmas – TO, 2006.

THOMPSON, Paul G. et al. MS-501, MS-503, MS 510: **Insect resistant Sweet potato Germoplasm**, 2003. Disponível em: <http://mscucare.com/pubs/researchrepts>.

TOMASQUIM, M. T (org). **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência: CENERGIA, 2003.

TORQUATO, S. A. **Cana-de-açúcar para indústria: o quanto vai precisar crescer**. Análises e Indicadores do Agronegócio. Vol 1, n.10. outubro/2006. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br>. Acesso em 08 jan. 2007.

UNICA. **Álcool**. Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 18 set. 2006a.

UNICA. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 19 set. 2006b.

UNICA. **O etanol no Brasil e no mundo e o futuro**. Disponível em: www.portalunica.com.br Acesso em 12 fev. 2007.

VENTURINI FILHO, W. G.; MENDES, B. P. Hidrólise do amido. In: CEREDA, M. P. e VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. v. 3.

VIANNA, C. F. **Análise de Ecoeficiência: Avaliação do desempenho econômico-ambiental do biodiesel e petrodiesel**. Dissertação apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em Engenharia. São Paulo, 2006.

www.seagri.ce.gov.br, acesso em 25/09/2006.

www.emater.df.gov.br acesso em 25/09/2006.

www.biodieselbr.com/biodieselbr/br/promocao.htm acesso em 12/02/2007

www.lula.org.br/assets/politic_setor_sucroalcooleiro.pdf acessado em 15/03/2006

www.anp.gov.br. Resolução ANP N. 36 de 12.2005 Acesso em 20/02/2007.

ANEXOS

RESOLUÇÃO ANP Nº 36, DE 6.12.2005 - DOU 7.12.2005

O DIRETOR-GERAL da AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP, no uso de suas atribuições legais, tendo em vista as disposições da Lei nº 9.478 de 6 de agosto de 1997 alterada pela Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005 e da Resolução de Diretoria nº 386, de 01 de dezembro de 2005, torna público o seguinte ato:

Art. 1º. Ficam estabelecidas, através da presente Resolução, as especificações do Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) e do Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC) comercializados pelos diversos agentes econômicos em todo o território nacional, consoante as disposições contidas no Regulamento Técnico ANP nº 7/2005, parte integrante desta Resolução.

Art. 2º. Para efeitos desta Resolução os álcoois etílicos combustíveis classificam-se em:

I – Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) – produzido no País ou importado sob autorização, conforme especificação constante do Regulamento Técnico, destinado aos Distribuidores para mistura com gasolina A para formulação da gasolina C e,

II – Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC) – produzido no País ou importado sob autorização, conforme especificação constante do Regulamento Técnico, para utilização como combustível em motores de combustão interna de ignição por centelha.

Art. 3º. Os Produtores e Importadores deverão manter sob sua guarda, pelo prazo mínimo de 2 (dois) meses a contar da data de comercialização do produto, uma amostra-testemunha de cada batelada do produto comercializado, armazenada em embalagem identificada, lacrada e acompanhada de Certificado da Qualidade, documento que contém os resultados da análise de todas as características do produto, conforme requeridas no Regulamento Técnico, parte integrante desta Resolução.

§ 1º O Certificado da Qualidade referente à batelada do produto comercializado deverá ter numeração seqüencial anual e ser firmado pelo químico responsável pelas análises laboratoriais efetuadas, com indicação legível de seu nome e número da inscrição no órgão de classe.

§ 2º Durante o prazo assinalado no caput deste artigo a amostra-testemunha e o respectivo Certificado de Qualidade deverão ficar à disposição da ANP para qualquer verificação julgada necessária.

§ 3º Fica dispensada a adição de corante à amostra testemunha.

Art. 4º. A documentação fiscal referente às operações de comercialização do AEAC e do AEHC realizadas pelo Produtor ou Importador, deverá indicar o número do Certificado da Qualidade correspondente ao produto e ser acompanhada de cópia legível do mesmo, atestando que o produto comercializado atende à especificação. No caso de cópia emitida eletronicamente, deverão estar

indicados, na cópia, o nome e o número da inscrição no órgão de classe do responsável técnico pelas análises laboratoriais efetuadas.

Art. 5º. Os produtores deverão enviar mensalmente à ANP/SQP, através do endereço eletrônico sqp@anp.gov.br, até o 15º (décimo quinto) dia do mês subsequente àquele a que se referirem os dados enviados, um resumo dos resultados constantes nos Certificados da Qualidade com os valores mínimo, máximo, médio e desvio das seguintes características: acidez, condutividade elétrica, massa específica, teor alcoólico, potencial hidrogeniônico, sulfato, ferro, cobre e sódio.

§ 1º As análises de sulfato, ferro, cobre e sódio serão realizadas quinzenalmente em uma amostra composta preparada a partir das amostras coletadas diariamente dos tanques em movimentação.

§ 2º Na hipótese do AEAC ser transportado ou produzido em local que possua equipamentos ou linhas de cobre, ou ligas que contenham este metal, a análise de cobre deverá ser obrigatoriamente realizada para a emissão do Certificado da Qualidade.

§ 3º Os resumos deverão conter a identificação da unidade produtora, o mês a que se referem os dados e o volume total de produto comercializado cujas amostras foram analisadas, em conformidade com o modelo abaixo.

Característica	Método	Unidade	Mínimo	Máximo	Média	Desvio

onde:

Característica – item da respectiva especificação do produto;

Método – procedimento padronizado constante da especificação em vigor segundo o qual a característica foi analisada.

Unidade – unidade em que está reportado o valor da característica;

Mínimo, Máximo – valores mínimos e máximos encontrados nas determinações laboratoriais do mês de referência;

Média – média ponderada dos volumes objetos das análises realizadas;

Desvio – desvio padrão da amostragem.

§ 4º Adicionalmente, no caso do AEAC, os volumes comercializados deverão estar discriminados conforme a presença ou não de corante. Os volumes de AEAC comercializados sem corante, deverão ser devidamente justificados e informados a razão social e o CNPJ do adquirente, de acordo com o modelo a seguir:

Volume comercializado (m3)		Adquirente	
AEAC com corante	AEAC sem corante	CNPJ	Razão Social

Art. 6º. O Distribuidor de combustíveis automotivos, autorizado pela ANP a realizar as adições de AEAC à gasolina A, para produção da gasolina C, deverá manter sob sua guarda, pelo prazo mínimo de 1 (um) mês, uma amostra-testemunha armazenada em embalagem devidamente identificada, lacrada, coletada ao final do dia de cada tanque de AEAC em operação, acompanhada do Certificado da Qualidade emitido pelo Produtor ou Importador, sempre que houver recebimento deste produto.

Art. 7º. O Distribuidor de combustíveis automotivos deverá certificar a qualidade do AEHC a ser entregue ao Revendedor Varejista através da realização de análises laboratoriais em amostra representativa do produto, emitindo Boletim de Conformidade com numeração seqüencial anual assinado pelo responsável técnico, com indicação legível do nome e número da inscrição no órgão de classe, contendo as seguintes características do produto: aspecto, cor, massa específica, teor alcoólico, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica.

§ 1º O Boletim de Conformidade original deverá ficar sob a guarda do Distribuidor, por um período de 2 (dois) meses, à disposição da ANP, para qualquer verificação julgada necessária.

§ 2º Os resultados da análise das características constantes do Boletim de Conformidade deverão estar enquadrados nos limites estabelecidos pelo Regulamento Técnico, devendo o produto atender às demais características especificadas.

§ 3º Em caso de produto proveniente de dutos e/ou de transporte hidroviário, o Boletim de Conformidade deverá contemplar adicionalmente as seguintes características: resíduo por evaporação, teor de hidrocarbonetos e íon Cloreto, este último apenas no caso de produto proveniente de transporte hidroviário.

§ 4º A documentação fiscal de comercialização do produto deverá indicar o número do Boletim de Conformidade e ser acompanhada de uma cópia do mesmo quando do fornecimento ao Revendedor Varejista. No caso de cópia emitida eletronicamente, deverão estar registrados, na cópia, o nome e o número da inscrição no órgão de classe do responsável técnico pelas análises laboratoriais efetuadas.

Art. 8º. A ANP poderá, a qualquer tempo e às suas expensas, submeter os Produtores e Distribuidores a auditoria de qualidade, a ser executada por entidades certificadoras credenciadas pelo INMETRO, sobre os procedimentos e equipamentos de medição que tenham impacto sobre a qualidade e a confiabilidade dos procedimentos de que trata esta Resolução.

Art. 9º. O Distribuidor deverá enviar à ANP, através do endereço eletrônico distribuidor@anp.gov.br, até o 15º (décimo quinto) dia do mês subsequente àquele a que se

referirem os dados enviados, um resumo dos resultados constantes nos Boletins de Conformidade emitidos, devendo conter:

I – identificação do Distribuidor;

II – mês de referência dos dados certificados;

III – volume total comercializado no mês;

IV – identificação do Produtor ou Importador de quem foi adquirido o AEHC e

V – tabela de resultados de acordo com o modelo a seguir:

Característica	Unidade	Método	Mínimo	Máximo	Média	Desvio
Massa específica a 20°C	kg/m ³					
Teor alcoólico	°INPM					
Potencial hidrogeniônico (pH)	-					
Condutividade elétrica	µS/m					

onde:

Método – procedimento padronizado constante da especificação em vigor segundo o qual a característica foi analisada;

Mínimo, Máximo – valores mínimos e máximos encontrados nas determinações laboratoriais do mês de referência;

Média – média ponderada dos volumes objeto das análises realizadas;

Desvio – desvio padrão da amostragem.

Art. 10. Fica vedada a comercialização de Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) e Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC), definidos no art. 2º desta Resolução, que não se enquadrem nas especificações do Regulamento Técnico.

Art. 11. O corante especificado na Tabela II do Regulamento Técnico ANP nº 7/2005 deverá ser adicionado pelo Produtor, Importador e Transportador Dutoviário ao Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) comercializado.

§ 1º Fica dispensada a adição de corante ao Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) destinado à exportação, cabendo ao exportador informar à ANP/SQP (expalcohol@anp.gov.br) até a data do carregamento o volume, país de destino, a movimentação do produto em território nacional e o local por onde o produto deverá deixar o país. O exportador deverá também encaminhar à ANP/SQP cópia da respectiva Declaração de Despacho de Exportação – DDE registrada no SISCOMEX. A

critério da ANP, outros requisitos considerados necessários para o controle desta modalidade de movimentação poderão ser exigidos.

§ 2º O Produtor ou Importador poderá ser dispensado da adição do corante ao Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) destinado ao mercado interno quando movimentado em polidutos.

§ 3º O Transportador Dutoviário quando vier a destinar Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) ao mercado interno fica obrigado a adicionar o corante.

§ 4º A dispensa de que trata o § 2º deste artigo será autorizada pela ANP, observadas as seguintes condições:

I - A autorização dos volumes será dada mediante solicitação do Produtor, Importador ou Transportador Dutoviário, que deverá informar os volumes por produtor, por ponto de entrega e destino do que for transportado;

II - A autorização da ANP dependerá da exigência e concordância prévia do Transportador Dutoviário;

III - O Produtor deverá informar à ANP, até o dia 15 do mês subsequente, os volumes por caminhões-tanque, sua identificação, data de carregamento, pontos de entrega no Transportador Dutoviário; e

IV. A cada autorização, o Transportador Dutoviário deverá confirmar à ANP, no prazo de até 30 dias, o efetivo recebimento integral dos volumes, com as datas de recebimento, além das informações mencionadas no inciso III.

§ 5º O Produtor, Importador ou Transportador Dutoviário de Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) deverá manter uma amostra do corante utilizado pelo prazo de 2 (dois) meses à disposição da ANP para qualquer verificação julgada necessária.

§ 6º O corante a ser adicionado ao Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) deverá ser adquirido de fornecedor cadastrado na ANP/CPT o qual deverá comprovar a adequação do seu produto à especificação prevista no Regulamento Técnico ANP nº 7/2005 – Tabela II e comercializá-lo acompanhado de Ficha de Segurança e Manuseio do Produto.

§ 7º A solicitação de cadastro para fornecimento de corante deverá ser acompanhada de Certificado da Qualidade firmado pelo químico responsável pelas análises laboratoriais efetuadas, com indicação legível do nome e número da inscrição no órgão de classe, conforme Regulamento Técnico ANP nº 7/2005 – Tabela II, Ficha de Segurança e Manuseio do Produto e de amostra do produto em concentração idêntica àquela comercializada. O fornecedor de corante deverá ter o seu cadastro renovado anualmente.

Art. 12. Fica vedada a adição de qualquer corante ao Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC), o qual deverá obrigatoriamente apresentar-se límpido e incolor.

Art. 13. Fica estabelecida a obrigatoriedade dos Postos Revendedores fixarem nas bombas de AEHC, para perfeita visualização do consumidor, adesivo com logotipo da ANP com os seguintes dizeres em letras vermelhas Arial tamanho 42 em fundo branco: "Consumidor, este álcool combustível somente poderá ser comercializado se estiver límpido e incolor." Denúncias: 0800-900-267.

Art. 14. O fornecedor do corante deverá informar mensalmente à ANP/SQP (corante@anp.gov.br) a quantidade total de corante comercializado com cada Produtor, Importador e Transportador Dutoviário de AEAC.

Art. 15. Fica concedido ao Produtor, ao Importador e ao Transportador Dutoviário de AEAC o prazo de 30 (trinta) dias para atender ao disposto no art. 11º desta Resolução.

Art. 16. O não atendimento ao disposto nesta Resolução ou o desvio de álcool sem corante para outros destinos que não o transporte dutoviário sujeita os infratores às penalidades previstas na Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999 alterada pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005.

Art. 17. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

Art. 18. Ficam revogadas a Portaria ANP nº [2](#), de 16 de janeiro de 2002 e demais disposições em contrário.

HAROLDO BORGES RODRIGUES LIMA

ANEXO

REGULAMENTO TÉCNICO ANP Nº 7/2005

1. Objetivo

Este Regulamento Técnico aplica-se ao Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) e ao Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC), nacional ou importado, para uso como combustível e estabelece as suas especificações.

2. Normas complementares

A determinação das características do produto far-se-á mediante o emprego de Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou das Normas da American Society for Testing and Materials (ASTM).

Os dados de exatidão, repetitividade e reprodutibilidade fornecidos nos métodos relacionados a seguir devem ser usados somente como guia para aceitação das determinações em duplicata do

ensaio e não devem ser considerados como tolerância aplicada aos limites especificados neste Regulamento.

A análise do produto deverá ser realizada em amostra representativa do mesmo, coletada segundo as normas ASTM D4057 – Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products ou ASTM E300 – Practice for Sampling Industrial Chemicals.

3. As características constantes da Tabela das Especificações deverão ser determinadas de acordo com a publicação mais recente dos seguintes métodos de ensaio:

MÉTODO	TÍTULO
NBR 5992	Determinação da massa específica e do teor alcoólico do Álcool Etílico e suas misturas com água
NBR 8644	Álcool Etílico Combustível – Determinação do resíduo por evaporação
NBR 9866	Álcool Etílico – Verificação da alcalinidade e determinação da acidez total
NBR 10422	Álcool Etílico – Determinação do teor de sódio por fotometria de chama
NBR 10547	Álcool Etílico – Determinação da condutividade elétrica
NBR 10891	Álcool Etílico Hidratado – Determinação do pH
NBR 10893	Álcool Etílico – Determinação do teor do cobre por espectrofotometria de absorção atômica
NBR 10894	Álcool Etílico – Determinação dos íons cloreto e sulfato por cromatografia iônica
NBR 10895	Álcool Etílico – Determinação do teor de íon cloreto por técnica potenciométrica
NBR 11331	Álcool Etílico – Determinação do teor de ferro por espectrofotometria de absorção atômica
NBR 12120	Álcool Etílico – Determinação do teor de sulfato por volumetria
NBR 13993	Álcool Etílico – Determinação do teor de hidrocarbonetos
ASTM D512	Chloride Ion in Water
ASTM D1125	Electrical Conductivity and Resistivity of Water
ASTM D1613	Acidity in Volatile Solvents and Chemical Intermediates Used in Paint, Varnish, Lacquer and Related Products
ASTM D4052	Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter
ASTM D5501	Determination of Ethanol Content of Denatured Fuel Ethanol by Gas Chromatography

Tabela I – Especificações do AEAC e do AEHC

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	ESPECIFICAÇÕES		MÉTODO	
		AEAC	AEHC	ABNT/NBR	ASTM (1)
Aspecto	-	(2)	(2)	Visual	
Cor	-	(3)	(4)	Visual	
Acidez total (como ácido acético), máx.	mg/L	30	30	9866	D 1613
Condutividade elétrica, máx	µS/m	500	500	10547	D 1125
Massa específica a 20°C	kg/m ³	791,5 máx.	807,6 a 811,0 (5)	5992	D 4052
Teor alcoólico	°INPM	99,3 mín.	92,6 a 93,8 (5)	5992	-
Potencial hidrogeniônico (pH)	-	-	6,0 a 8,0	10891	-
Resíduo por evaporação, máx. (6)	mg/100ml	-	5	8644	-
Teor de hidrocarbonetos, máx.(6)	%vol.	3,0	3,0	13993	-
Íon Cloreto, máx. (6)	mg/kg	-	1	10894 / 10895	D 512(7)
Teor de etanol, mín. (8)	%vol.	99,6	95,1	-	D 5501
Íon Sulfato, máx.(9)	mg/kg	-	4	10894/12120	-
Ferro, máx. (9)	mg/kg	-	5	11331	-
Sódio, máx. (9)	mg/kg	-	2	10422	-
Cobre, máx. (9) (10)	mg/kg	0,07	-	10893	-

(1) Poderão ser utilizados como métodos alternativos para avaliação das características nos casos de importação do álcool, com exceção do método ASTM D4052, que poderá ser sempre utilizado como método alternativo para a determinação da massa específica.

(2) Limpido e isento de impurezas.

(3) Incolor antes da adição de corante, segundo especificação constante da Tabela II deste Regulamento Técnico, que deverá ser adicionado no teor de 15 mg/L proporcionando ao produto a cor laranja.

(4) Incolor.

(5) Aplicam-se na Importação, Distribuição e Revenda os seguintes limites para massa específica e teor alcoólico do AEHC: 805,0 a 811,0 e 92,6 a 94,7 respectivamente.

(6) Limite requerido na Importação, Distribuição e Revenda, não sendo exigida esta análise para emissão do Certificado da Qualidade pelos Produtores.

(7) Procedimento C e modificação constante na ASTM D4806.

(8) Requerido quando o álcool não for produzido por via fermentativa a partir da cana-de-açúcar ou em caso de dúvida quando da possibilidade de contaminação por outros tipos de álcool.

(9) O produtor deverá transcrever no Certificado da Qualidade o resultado obtido na última determinação quinzenal, conforme previsto no § 1º do Art.5º da presente Resolução.

(10) Deverá ser determinado no AEAC que tiver sido transportado ou produzido em local que possua equipamentos ou linhas de cobre, ou ligas que contenham este metal.

Tabela II – Especificação do corante a ser adicionado ao álcool etílico anidro combustível (AEAC)

Característica	Especificação	Método
Aspecto líquido visual Família química ("Color index")	Solvent Red 19 ou Solvent Red 164	-
	Solvent Yellow 174	-
Cor	laranja	Visual
Absorvância a 420 nm	0,150 a 0,190	(*)
Absorvância a 530 nm	0,100 a 0,135	
Solubilidade	solúvel em AEAC e insolúvel em água	visual (**)

(*) A absorvância deve ser determinada em amostra contendo 15 mg/L do corante em AEAC, medida em célula de caminho ótico de 1 cm, no valor especificado para o comprimento de onda.

(**) A solubilidade deve ser avaliada em amostra contendo 15 mg/L do corante em AEAC.