

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO –
UNIFENAS

VIABILIDADE ECONÔMICA DOS CRÉDITOS DE
CO₂ DA CANA-DE-AÇÚCAR NA PRODUÇÃO DE
AGUARDENTE ARTESANAL

LÁZARO QUINTINO ALVES

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO –
UNIFENAS

VIABILIDADE ECONÔMICA DOS CRÉDITOS DE
CO₂ DA CANA-DE-AÇÚCAR NA PRODUÇÃO DE
AGUARDENTE ARTESANAL

LÁZARO QUINTINO ALVES

Dissertação apresentada à Universidade José do
Rosário Vellano, como parte das exigências para
conclusão do curso de Mestrado Profissional em
Sistemas de Produção na Agropecuária.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Bortolotti da Silva

Alfenas
2009

Alves, Lázaro Quintino

Viabilidade econômica dos créditos de CO2 da
Cana-de-açúcar para produção de aguardente
Artesanal/.—Lázaro Quintino Alves.-- Alfenas :
UNIFENAS, 2011.

102 f.

Orientador : Prof. Dr.Adriano Bortolotti da Silva
Dissertação(Mestrado em Sistemas de Produção
na Agropecuária)- Universidade José do Rosário
Vellano.

1.Sequestro de carbono 2.Agroenergia 3.Cacha-
ça I.Título

CDU: 663.543(043)

Lázaro Quintino Alves
Viabilidade econômica dos créditos de CO₂ da cana-de-açúcar na produção de aguardente
artesanal

Alfenas, 17 de fevereiro de 2009

Banca avaliadora

Prof. Dr. Adriano Bortolotti da Silva (Orientador) – UNIFENAS

Prof. Dr. José Messias Miranda (Coordenador e avaliador) - UNIFENAS

Prof. Dr. Francisco Rodrigues da Cunha Neto (Suplente) - UNIFENAS

Prof^ª. Dra. Moema Miranda Siqueira (Convidada) - UFMG

Prof^ª. Dra. Adelaide Maria Baeta Coelho (Suplente) - UFMG

Se conhecemos o inimigo e a nós mesmos, não precisamos temer o resultado de uma centena de combates. Se nos conhecemos, mas não o inimigo, para cada vitória sofreremos uma derrota. Se não nos conhecemos e nem ao inimigo, sucumbiremos em todas as batalhas.

Sun Tzu.

À minha esposa, Aurora Rosa Alves, aos meus filhos,
Hernani Quintino Rosa Alves e Adriane Rosa Alves,
pela compreensão e carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela Luz, segurança, saúde e sabedoria!

Ao amigo e professor Geraldo Rômulo Vilela Filho, pelo entusiasmo, apoio e incentivo.

À amiga e professora Regiane das Graças Sorce Ferreira (Guiga), pela alegria das idas e vindas.

Aos professores, pelo ensinamento.

Ao professor Doutor José Messias Miranda, pelos incentivos e ensinamentos.

Ao professor Doutor Adriano Bortolotti da Silva, pelas sábias orientações sem as quais este trabalho não seria realizado.

Aos professores José Cláudio de Souza Reis, Ernani Clarete da Silva, Marcelo Márcio Romaniello, Osmar Vicente Chevez Pozo, Paulo Roberto Corrêa Landgraf, Francisco Rodrigues da Cunha Neto, pelas aulas memoráveis, e ao professor Mário Sérgio Oliveira Swerts, pelo apoio.

Aos colegas Cybele de Andrade Pinto, pela alegria, beleza e simplicidade; Thiago Rabelo, pelas malícias e risos; Gilson Rogério Marcomini, pela tranquilidade, e Luciano, pela esperteza e vivacidade.

Ao irmão e professor Geraldo Flávio Canavez, pelos cálculos financeiros.

Aos produtores de aguardente em especial a empresa J. Piva, pelas informações sobre a produção e comércio de aguardente.

RESUMO

ALVES, Lázaro Quintino. **Viabilidade econômica dos créditos de CO₂ da cana-de-açúcar na produção de aguardente artesanal.** Orientador: Prof. Dr. Adriano Bortolotti da Silva. Alfenas: UNIFENAS. 2009. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária)

Atualmente, um dos maiores desafios da humanidade é produzir, de maneira sustentável, a partir de mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL), reduzindo as emissões dos gases do efeito estufa (GEE) e proporcionando um mundo melhor às gerações futuras. Neste contexto, a produção de aguardente é um segmento produtivo que deve ser considerado como complexo agroindustrial com possibilidades de contribuir para o sequestro de carbono, sendo, ainda, atividade tradicional no Brasil, geradora de emprego e renda. Este trabalho teve como objetivo avaliar economicamente as potencialidades do balanço de emissão e sequestro de carbono da cana-de-açúcar utilizada no fabrico de aguardente, para verificar se a venda dos créditos de carbono pode proporcionar rendimentos extras e aumentar a receita bruta da propriedade a cada safra. Como fonte primária da aguardente, procurou-se compreender a história da cana-de-açúcar, que se confunde com a própria história do Brasil até os dias atuais. Procurou-se estudar os aspectos do balanço de carbono e os aspectos econômicos a montante do macrosssegmento da comercialização do carbono e da aguardente, no período de abril a outubro de 2008, para verificar a viabilidade econômica do sequestro de carbono e da aguardente procedentes da cana-de-açúcar. Para apurar o saldo do sequestro de carbono no agronegócio da aguardente foi realizado um levantamento de todo o carbono sequestrado pela lavoura canavieira, bem como as emissões de carbono durante todas as etapas do processo produtivo. Todo este levantamento foi estimado a partir de dados retirados de artigos publicados em revistas científicas especializadas. A comercialização de carbono pode ser através da BM&F ou diretamente com as empresas que desejam baixar o seu nível de poluição. Percebe-se que a melhor maneira de realizar a transação do carbono pelos pequenos produtores é através de uma cooperativa que tenha como objetivo a comercialização do CO₂. Paralelamente à corrida pela produção de energia limpa, o cultivo da cana-de-açúcar, manejado corretamente pode contribuir para a sustentabilidade da agricultura como grande sequestradora de carbono e como fonte extra de rendimentos dos produtores de aguardente.

Palavras chave: Sequestro de carbono, agroenergia, cachaça.

ABSTRACT

ALVES, Lázaro Quintino. **Economic viability of sugarcane CO₂ credits in the production of craftwork brandy**. Adviser: Prof. Dr. Adriano Bortolotti da Silva. Alfenas: UNIFENAS, 2009. Dissertation (Master's degree in Farm Production Systems)

One of the greatest challenges of humankind is sustainable production with clean development mechanisms (CDM) in order to reduce the emission of greenhouse gases and provide a better world to future generations. In this context, sugarcane brandy production should be considered an agroindustrial complex which is capable of contributing to carbon sequestration. As a traditional activity in Brazil, it also generates jobs and wealth. The purpose of this research was to economically evaluate the potentialities of carbon emission and sequestration balance of sugarcane in brandy production, and verify whether the sale of carbon credits could provide additional income and increase the gross revenue in each harvest. An attempt was made to understand the history of sugarcane, a primary source of brandy, and it was found that its history is mixed with Brazil's own history, even today. We studied aspects of carbon balance, economical aspects, and the amount of trading of carbon and brandy, from April to October 2008, to assess the economic viability of sugarcane carbon sequestration and brandy. To determine the carbon sequestration balance in the sugarcane brandy agribusiness a survey was made of all the carbon sequestered by the sugarcane plantation, and also of the carbon emission during all the stages of the productive process. All this survey was based on data obtained from scientific papers. Carbon trading can be done at BM&F (Futures and Commodities Exchange) or directly by the companies that to lower their pollution levels. It is understood that the best way for small producers to engage in carbon trading is through a cooperative of CO₂ trading. Alongside with the search for production of clean energy, the correctly managed sugarcane cultivation can contribute to agriculture sustainability as both a great carbon sequesterer and an additional source of income for brandy producers.

Key words: carbon sequestration, agroenergy, sugarcane brandy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de localização da Aguardente de Cana J. Piva	53
Figura 2 – Fronteiras de estudo – fases de 1 a 7 envolvidas na produção de cachaça	55
Figura 3 - Biomassa da cana-de-açúcar	58

LISTA DE TABELAS

1 – Padrões adotados pelo Ministério da Agricultura e pela Coocachaça	28
2 – Gases do Efeito Estufa – GEE	31
3 – Impostos Federais incidentes sobre as vendas brutas pelo regime de tributação de Lucro Presumido	48
4 – Classificação por classes de cachaça e caninha, com aumento de 30% a partir de 1º de agosto de 2008	50
5 – Biomassa total de 156,5%	59
6 – Biomassa aérea igual a 100%	59
7 – Biomassa do colmo igual a 100%	59
8 – Biomassa do caldo de 65%	59
9 – Relação de tributos incidentes sobre a atividade de produção de aguardente	65
10 – Rendimentos de cachaça em litros	68
11 – Produção Total de Biomassa seca em kg para produção de aguardente de um corte, considerando 125.200 toneladas/hectare/safra e 80 toneladas de colmos/hectare	70
12 – Sequestro equivalente de CO ₂ no 1º corte da biomassa da cana-de-açúcar para produção de aguardente, considerando 80 toneladas de colmos/hectare/safra ou 125.200 toneladas de cana total/hectare/safra	71
13 – Sequestro equivalente de CO ₂ num ciclo de vida de 6 anos/cortes da biomassa da cana-de-açúcar para produção de aguardente, considerando 80 toneladas de colmos/hectare/safra ou 125.200 toneladas de cana total/hectare	72
14 – Demonstrativo resumido do sequestro equivalente de CO ₂ da biomassa da cana-de-açúcar	73
15 – Resumo das emissões diretas de CO ₂ da biomassa da cana-de-açúcar	75
16 – Emissões indiretas de CO ₂ por hectare plantado e colhido de cana-de-açúcar para um ciclo de seis anos/corte	76
17 – Fatores de emissão de CO ₂ para cálculos das emissões indiretas	77
18 – Emissão de CO ₂ durante as operações de tratores e máquinas agrícolas usadas no preparo do solo para plantio	78
19 – Emissão de CO ₂ durante as operações de plantio	79
20 – Emissões indiretas de CO ₂ nas aplicações para 1º corte/ano	80

21 – Emissões indiretas de CO ₂ nas produções	81
22 – Emissão de CO ₂ durante o transporte da colheita da cana-de-açúcar	83
23 – Resumo das emissões diretas de CO ₂ da biomassa da cana-de-açúcar e das emissões indiretas advindas das atividades de cultivo, manejo e colheita	83
24 – Resumo do balanço de emissão e sequestro	84
25 – Demonstrativo de Resultado sem o cômputo do carbono	87
26 – Demonstrativo de Resultado com o cômputo do carbono	88
27 – Cálculo do VPL – Valor Presente Líquido	90
28 – Análise de investimento pelo método de <i>payback</i>	91
29 – Demonstrativo de Custos Variáveis e Fixos expressos em reais (R\$)	92
30 – Valores unitários com seus percentuais para cálculo do ponto de equilíbrio em valor e em quantidade sem e com cômputo do carbono, expressos em reais (R\$)	93
31 – Demonstração do ponto de equilíbrio em valor e em quantidade sem o cômputo do carbono fixado	93
32 – Demonstração do ponto de equilíbrio em valor e em quantidade com o cômputo do carbono fixado.	94

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°C – Graus Celsius
a.C. – Antes de Cristo
AMPAQ – Associação Mineira dos Produtores de Cachaça de Qualidade
AO – Alavancagem Operacional
C₂F₆ - Perfluormetano
CER – Certificado de Emissões Reduzidas
CDI - Certificado de Depósito Interbancário
CF₄ - Perfluorcarbono erfluormetano
CFC – Clorofluorcarbono
CFT – Custos Fixos Totais
CH₄ - Metano
CO₂ - Dióxido de carbono
COOCACHAÇA – Cooperativa de Produção e Promoção de Cachaça de Minas Ltda.
CPV – Custo dos Produtos Vendidos
CV – Custos Variáveis
DV - Despesas Variáveis
FEAM – Fundação Estadual do Meio ambiente
FMI – Fundo Monetário Internacional
GEE – Gases de Efeito Estufa
ha. – Hectare
HFCs - Hidrofluorcarbonos
IBPT- Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário
IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária
Inmetro – Instituto de Pesos e Medidas
IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados
kg – Quilograma
MC - Margem de Contribuição
MDL – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MG – Minas Gerais
MLL – Margem de Lucro Líquido
N₂ – Nitrogênio
N₂O - Óxido nitroso
ONU – Organização das Nações Unidas
PE – Ponto de Equilíbrio
PIB- Produto Interno Bruto
ppm – Parte por milhão
ProCachaça - Programa Mineiro de Incentivo à Produção de Cachaça
Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PV - Preço de Venda
RCB – Relação Custo Benefício
RJ – Rio de Janeiro
SEMAD – Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SF₆ - Hexafluoreto de Enxofre
SP – São Paulo
SRF - Secretaria da Receita Federal
t - Tonelada
TAB. - Tabela

TIR – Taxa Interna de Retorno

TMAR – Taxa Mínima Atrativa de Retorno

UNFCC- *United Nations Framework Convention on Climate Change*

VPL – Valor Presente Líquido

Sumário

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3 REVISÃO DA LITERATURA	19
3.1 ORIGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR	19
3.1.1 A cachaça: uma análise histórica e contemporânea	21
3.1.2 Cachaça em Minas Gerais	24
3.2 O EFEITO ESTUFA	29
3.2.1 O Protocolo de Kyoto e Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL	32
3.2.2 O ciclo do carbono e as plantas	35
3.3.3 Estimativas do sequestro de CO₂ na cultura de cana-de-açúcar.....	37
3.4 ECONOMIA CANAVIEIRA	38
3.4.1 Avaliação econômica de Projetos Rurais	38
3.4.2 Valor Presente Líquido (VPL)	39
3.4.3 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	40
3.4.4 Período de <i>Payback</i>.....	41
3.4.5 Taxa Mínima Atrativa de Retorno (TMAR).....	42
3.4.6 Regra de Bolso	42
3.4.7 Análise das relações custo/volume/lucro	43
3.4.8 Tributação	46
3.4.9 Demonstrativos de Resultados.....	51
4 MATERIAIS E MÉTODOS	53
4.1 OBJETOS DE ESTUDO.....	53
4.2 FRONTEIRAS DE ESTUDO E SUAS CARACTERÍSTICAS	55
4.3 BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR E O SEQUESTRO DE CO₂ ATMOSFÉRICO.....	57
4.4 EMISSÕES DIRETAS E INDIRETAS DE CO₂ NO CICLO DE VIDA	62
4.5 INVESTIMENTOS PREVISTOS ATRAVÉS DO MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO.....	63
4.6 PREÇOS DA TONELADA DE CARBONO FIXADO.....	64
4.7 TAXA DE DESCONTO	64
4.8 ALÍQUOTAS DE TRIBUTOS.....	65
4.9 AVALIAÇÃO ECONÔMICA COM E SEM O CÔMPUTO DO VALOR DO CARBONO.....	66
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
5.1 PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA	67
5.2 FIXAÇÃO DO CARBONO PELA CANA-DE-AÇÚCAR	68
5.3 O SEQUESTRO DE CO₂ PELA BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR	69

5.3.1 Sequestro e emissão equivalente de carbono da biomassa da cana-de-açúcar	70
5.4 A EMISSÃO DE CO ₂ NA PRODUÇÃO DE AGUARDENTE.	74
5.4.1 Emissão de CO ₂ através do uso da biomassa da cana-de-açúcar.....	74
5.4.2 Emissões de CO ₂ por fontes indiretas.....	75
5.4.3 Gestão e gerenciamento da plantação.....	79
5.4.4 Colheita.....	82
5.5 BALANÇO DE MASSA DOS FLUXOS ENTRE EMISSÃO E SEQUESTRO DE CO ₂	84
5.6 VIABILIDADE ECONÔMICA DO BALANÇO DE MASSA ENTRE EMISSÃO E SEQUESTRO DE CO ₂ NA PRODUÇÃO DE AGUARDENTE.....	86
5.6.1 Demonstrativos de Resultados com e sem o cômputo do carbono.....	87
5.7 ANÁLISE DO INVESTIMENTO.....	88
5.8 ANÁLISE DO INVESTIMENTO PELO VPL, <i>PAYBACK</i> E PONTO DE EQUILÍBRIO.	89
5.8.1 Análise do Investimento pelo Valor Presente Líquido (VPL)	90
5.8.2 Análise do Investimento pelo Payback (Tempo de retorno).....	91
5.9 PONTO DE EQUILÍBRIO.....	92
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
7 REFERÊNCIAS	98

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma planta perene da família Poaceae, do gênero *Saccharum*, sendo que os atuais cultivares são híbridos. É uma planta C4 com alta capacidade fotossintética, e desenvolve-se melhor em regiões mais quentes.

A área de cultivo da cana-de-açúcar no solo brasileiro é de aproximadamente seis milhões de hectares, e a cada ano observa-se crescimento na cultura da cana. Estima-se que a produção seja de 410 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano, que são destinados, principalmente, para a fabricação de açúcar, álcool combustível, energia, alimentos, aguardente e outros produtos e subprodutos.

O setor produtivo da aguardente é formado basicamente por pequenos produtores. Em Minas Gerais o setor de cachaça está estimado em 8.500 produtores, e a produção estadual chega a 200 milhões de litros. O valor da produção mineira em 2006 foi estimado em R\$ 600 milhões, e o faturamento anual brasileiro está entre 7 e 10 bilhões de reais. O setor enfrenta vários problemas, destacando-se os de natureza tributária, que se arrasta desde o final do Governo de Fernando Henrique Cardoso e seguem pelo mesmo caminho no Governo de Luiz Inácio Lula da Silva.

A produção de aguardente, obviamente, está relacionada a canaviais de variados portes e diferentes cultivares, que sequestram carbono. O carbono pode ser comercializado no mercado como mais uma fonte de rendimentos e lucratividade para o produtor de aguardente e pode contribuir para tornar o agronegócio da aguardente sustentável.

Isoladamente, cada produtor em termos de sequestro de carbono é irrelevante, mas no conjunto tornam-se relevantes, porque podem formar um bloco coeso. Os produtores de aguardente que cultivam cana-de-açúcar podem comercializar em regime cooperativista os créditos de carbono de suas lavouras e empregarem o montante em projetos que irão melhorar

a qualidade de vida da comunidade onde estão inseridos. Normalmente, a forma de negociar os créditos de carbono é via BM&F, que prefere apoiar projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), mas os créditos de carbono também podem ser negociados diretamente com empresas interessadas em baixar o seu nível de poluição.

Percebe-se que o pequeno produtor de aguardente não incorrerá em nenhum tipo de investimento adicional para obter este rendimento e o lucro, exceto os investimentos iniciais de abertura e manutenção de uma cooperativa, se for o caso.

A viabilidade econômica do balanço de carbono justifica um estudo que não é comum e eleva de forma discreta as preocupações com o meio ambiente ecologicamente correto e a responsabilidade social.

O estudo sobre viabilidade econômica foi realizado no período entre abril e outubro de 2008 na Empresa J. Piva, estabelecida no km 10 da estrada municipal que liga o município de Poços de Caldas - MG a Divinolândia – SP, no local denominado Sítio Primavera, bairro Campestrinho, empresa produtora de aguardente de cana-de-açúcar de forma artesanal.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade econômica dos créditos do dióxido de carbono (CO₂) da cana-de-açúcar na produção de aguardente artesanal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar o balanço de CO₂ na produção de aguardente em termos de débito ou crédito;
- Elaborar demonstrativo de venda de aguardente, contemplando os aspectos tributários e custo dos produtos vendidos (CPV), com e sem a venda do CO₂;
- Calcular o Valor Presente Líquido (VPL), o Período de *Payback* e o Ponto de Equilíbrio, em quantidade e em valor de investimento, de um pequeno produtor de aguardente de cana-de-açúcar;
- Verificar a influência econômica do ingresso dos recursos do carbono no setor de produção, como fator de ampliação dos rendimentos dos produtores de aguardente.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 ORIGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

É uma planta originária da Ásia, da família das gramíneas ou *Poaceae*, de metabolismo fotossintético C4, com característica de elevada taxa fotossintética, sendo altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química. Também conhecida pelo nome científico de *Saccharum officinarum*, cultivada desde os tempos mais remotos da história (SCHWARTZ, 2003).

Segundo Machado (2006) foi na Nova Guiné que o homem teve o primeiro contato com a cana-de-açúcar. De lá, a planta foi para a Índia. Desconhecida no Ocidente, a cana-de-açúcar foi observada por alguns generais de Alexandre - O Grande - em 327 a.C e mais tarde no século XI, durante as Cruzadas. Os árabes introduziram seu cultivo no Egito no século X, e pelo Mar Mediterrâneo, em Chipre, na Sicília e na Espanha. Credita-se aos egípcios o desenvolvimento do processo de clarificação do caldo da cana e de um açúcar de alta qualidade para a época.

A história atribuiu a Cristóvão Colombo, genro de um grande produtor de açúcar na Ilha Madeira, a introdução do plantio da cana-de-açúcar na América, em sua segunda viagem ao continente, em 1493, onde hoje é a República Dominicana. Quando os espanhóis descobriram o ouro e a prata das civilizações Asteca e Inca, no início do século XVI, o cultivo da cana e a produção de açúcar foram esquecidos (MACHADO, 2006).

De acordo com o Museu da Cachaça [2000?], a cana-de-açúcar foi trazida para o Brasil pelos portugueses, vinda do sul da Ásia, para ser cultivada no lado oeste do Tratado de

Tordesilhas, e contribuiu para o surgimento na nova colônia portuguesa dos primeiros núcleos de povoamento e início da agricultura.

Oficialmente, foi Martim Affonso de Souza que em 1532 trouxe a primeira muda de cana ao Brasil e iniciou seu cultivo na Capitania de São Vicente. Lá, ele próprio construiu o primeiro engenho de açúcar. Mas foi no Nordeste, principalmente nas Capitanias de Pernambuco e da Bahia, que os engenhos de açúcar se multiplicaram (MACHADO, 2006).

A cultura da cana-de-açúcar possui função estratégica na economia de qualquer país em dois pontos muito importantes. Primeiro, pela alta necessidade de substituição dos combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis como a produção de álcool. Em segundo, a produção de açúcar, visando o aumento das importações requeridas pelos países asiáticos como a China e Japão (SILVA, 2005).

Segundo Machado (2006), a cana-de-açúcar é, talvez, o único produto de origem agrícola destinado à alimentação que, ao longo dos séculos, foi alvo de disputas e conquistas, mobilizando homens e nações. A planta encontrou lugar ideal no Brasil, e, durante o Império, o país dependeu basicamente do cultivo da cana e da exportação do açúcar. Calcula-se que, naquele período da história, a exportação do açúcar rendeu ao Brasil cinco vezes mais que as divisas proporcionadas por todos os outros produtos agrícolas destinados ao mercado externo.

Buso (2006) afirmou que no Brasil a cultura da cana-de-açúcar está instalada em uma área de aproximadamente seis milhões de hectares, produzindo mais de 410 milhões de toneladas de cana por ano, que são destinados, principalmente, para a fabricação de açúcar e álcool, além de outros produtos e subprodutos. Nos últimos anos observou-se um aumento crescente na área plantada e na produção, o que coloca o Brasil, atualmente, como maior produtor mundial.

Segundo Ido (2003), a cana-de-açúcar é cultivada entre os paralelos 35° de latitude norte e sul do Equador, com melhor desempenho nas regiões quentes. A melhor

adaptação se dá quando o clima apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida, para proporcionar a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo, seguido de outra, fria e seca, para promover a maturação e conseqüente acúmulo de sacarose nos colmos.

Os solos ideais são os profundos, bem estruturados, pesados, férteis e com boa capacidade de retenção. Porém, por ser uma planta rústica, em solos arenosos e menos férteis, ela se desenvolve satisfatoriamente. Mas o cultivo de cana em solos rasos com camada impermeável superficial ou mal drenado não é aconselhável (IDO, 2003).

3.1.1 A Cachaça: uma análise histórica e contemporânea

A genuína e puríssima Cachaça de Minas Gerais é, por Lei Estadual, assim definida:

Cachaça de Minas é a bebida com graduação alcoólica de 38% a 54% v/v, à temperatura de 20°C, obtida pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, em alambique de cobre, sem adição de açúcar, corante ou outro ingrediente qualquer. A Cachaça de Minas corresponde à fração denominada “coração”, que vem a ser a parte destilada, de mais ou menos 80% do volume total, que fica entre as frações “cabeça” e “cauda” ou “água fraca”. (MINAS GERAIS, 2001).

Deve-se considerar que há diferença entre a caninha industrial e a cachaça de alambique. A primeira é obtida do destilado alcoólico simples, adicionado de açúcares e hidratado para chegar à graduação alcoólica estabelecida em lei. A segunda, a cachaça de alambique, é obtida pela destilação do mosto fermentado da cana-de-açúcar. Ressalta-se também que não há diferenciação legal entre os dois tipos de bebida. Uma provável diferença entre as duas bebidas é que a cachaça artesanal é destilada em alambique de cobre e a caninha

industrial em coluna de destilação contínua (equipamento peculiar na produção de álcool) (SEBRAE/MG, 2001).

A obtenção de vários tipos de álcool, principalmente o etílico, se dá através da fermentação do caldo da cana-de-açúcar (SCHWARTZ, 2003). Atribuem-se aos egípcios os primeiros relatos sobre a fermentação. Aos gregos atribui-se o processo de obtenção da *aqua ardens*, a água que pega fogo - aguardente. Os alquimistas atribuíram à aguardente propriedades místico-medicinais, transformando-a em água da vida, receitando-a como elixir da longevidade. Os equipamentos de destilação que hoje conhecemos foram desenvolvidos pelos árabes na época da expansão do Império Romano, sendo usados até nossos dias (MUSEU DA CACHAÇA, [2000?]).

Segundo Machado (2006), a cachaça apareceu no Brasil, entre 1532 e 1548, num engenho da Capitania de São Vicente. A expansão dos engenhos em meados do século XVI até a metade do século XVII aumentou, também, os alambiques "casas de cozer méis". A cachaça do Brasil é exportada desde o ano de 1600, sendo que a cidade de Parati - RJ registrou um dos primeiros envios da bebida para a Europa.

A cachaça dividiu a atenção com o açúcar, serviu como moeda corrente para compra de escravos africanos, serviu para custear os estudos de nobres na faculdade de Coimbra, molhou a goela dos inconfidentes e acompanhou os ideais de liberdade (MUSEU DA CACHAÇA, [2000?]).

Segundo Gomes (2006) o reconhecimento da marca "cachaça" como bebida genuinamente brasileira pelo Governo Federal, em 1997, abriu o caminho para o Brasil conseguir em âmbito internacional a aprovação desse nome para o destilado de cana-de-açúcar produzido no país.

Foi no Governo de Fernando Henrique Cardoso que ocorreu o reconhecimento da bebida, através da nova redação do decreto de nº 2.314, de 4 de setembro de 1997. Este

decreto regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas (GOMES, 2006).

A cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana-de-açúcar produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38% a 48% em volume, a 20 graus Celsius e com características sensoriais peculiares (BRASIL, 2005).

A caninha e a cachaça foram classificadas tipicamente brasileiras por causa do processo de produção e das características intrínsecas da bebida. A diferença entre a cachaça e outros produtos também derivados da cana são as características organolépticas, ou seja, as características técnicas e a composição química da bebida para o consumo com segurança (BRASIL, 2005).

Em 2005, o Inmetro – Instituto de Pesos e Medidas promoveu a primeira rodada do ensaio de proficiência da cachaça para analisar a quantidade de carbamato de etila, metanol e cobre, contaminantes prejudiciais à saúde humana e às exportações. Em maio de 2007, a segunda rodada envolveu outras substâncias químicas, como acroleína, n-butanol, chumbo e arsênio (FRANCO 2007).

As amostras preparadas para os ensaios de proficiência são estudadas continuamente através de testes de homogeneidade e estabilidade, levando em curto prazo a produção de materiais de referência certificados para a cachaça. Estes materiais de referência, produzidos no Inmetro, serão padrões de controle para os laboratórios nacionais que realizarão análise de cachaça, contribuindo para a melhor qualidade do produto e, conseqüentemente, para a saúde do consumidor e para a aceitação do produto no mercado internacional (FRANCO, 2007).

A Universidade de São Paulo na cidade de São Carlos - SP, através do seu departamento de química, realiza pesquisa e promove seminários, debates e cursos sobre

aguardente e caminha com passos largos rumo à produção de qualidade e segura, com nítida intenção de atingir o mercado internacional, principalmente o italiano.

Um dos produtos que mais caracterizam a cultura brasileira, a cachaça está em processo de valorização, conquistando mercado nas grandes cidades do País e atraindo o interesse crescente de consumidores no exterior. A cachaça orgânica, aquela em que não há contato de qualquer tipo de produto químico durante todo o processo de produção, é a principal responsável por essa valorização (FRANCO, BUCHVISER e CARDOSO, 2007).

3.1.2 Cachaça em Minas Gerais

A cachaça chegou a Minas Gerais com a descoberta do ouro e de lá para cá colocou Minas Gerais como referência nacional quando o assunto é cachaça de qualidade. A Expo-Cachaça de 2006, realizada em Belo Horizonte, foi um grande sucesso de público. Cerca de 160.000 pessoas pagaram ingresso, saborearam renomadas cachaças mineiras e milhares de litros foram degustados e vendidos durante a feira (AGÊNCIA BRASIL, 2006).

O Brasil produz cerca 1,5 bilhões de litros de aguardente anualmente e, deste total, 500 milhões de litros são de cachaça artesanal, e metade vem dos alambiques mineiros. A Cooperativa da Cachaça de Minas Gerais (Coocachaça) estima que existam 8,5 mil produtores da bebida no Estado (GOMES, 2006).

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, o setor gera cerca de 450 mil empregos, em mais de 30 mil produtores, de todos os portes. No entanto, apenas 15 milhões de litros (1% do total produzido) são exportados; cerca de 140

empresas nacionais possuem perfil exportador. O aumento médio das exportações, nos últimos anos, foi de 10% ao ano.

Depois que o Presidente do Brasil, Fernando Henrique Cardoso promoveu, em nível mundial, o reconhecimento da cachaça como bebida tipicamente brasileira, através do Decreto no. 2.314, em 04 de setembro de 1997, decorridos 57 meses, Minas Gerais, pela sua tradição na produção de cachaça, saiu à frente ao publicar o Decreto 42.644, em 05 de junho de 2002, regulamentando lei específica para determinar o padrão de identidade e as características do processo de elaboração da Cachaça Artesanal de Minas. Esse termo está registrado e poderá ser usado pelos produtores que aderirem ao Programa Mineiro de Incentivo à Produção de Cachaça - ProCachaça - cujo objetivo é fomentar e definir os padrões de qualidade e origem, tendo o IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária, como órgão fiscalizador e credenciador (AGROLINE, 2007).

De acordo com Gomes (2006) a produção de cachaça de alambique no Estado está amparada por vários órgãos públicos e privados, sendo o setor produtivo de cachaça de qualidade apoiado principalmente pelo Governo Estadual.

Os órgãos que atuam no setor são: Câmara Técnica da Cachaça de Alambique, Programa Mineiro de Incentivo à Produção de Cachaça – ProCachaça -, desenvolvido em parceria com a Secretaria de Meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD - e coordenado pela Secretaria da Agricultura, Associação Mineira dos Produtores de Cachaça de Qualidade (Ampaq), Instituto Mineiro de Agropecuária e Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM -. Essas instituições trabalham em conjunto para ajudar o produtor de cachaça de alambique a produzir de forma sustentável e em harmonia com o meio ambiente (GOMES, 2006).

No dia 30 de outubro de 2002, foi publicada a Instrução Normativa nº 56, autorizando a formação de cooperativas de produtores de cachaça. Esta medida ajudou

milhares de pequenos produtores que viviam na informalidade, que, pela pequena escala de produção, não justificaria criar uma firma para participar de uma cooperativa (AGROLINE, 2007).

Franco (2001), produtor da cachaça Freguesia do Carmo, comentou que uma cooperativa seria uma boa solução para os produtores de cachaça porque do plantio da cana à produção não existe segredo, a dificuldade estava na comercialização do produto. Ele ainda emendou que, naquela época, a maioria dos produtores de cachaça de alambique, que produzia dentro de um padrão de qualidade exigido, não tinha condições de enfrentar o mercado de vendas de forma isolada e que a solução estava no agrupamento em forma de cooperativa e na elaboração de um produto único, padronizado, estandardizado, do agrado geral e de fácil comercialização.

O cooperativismo vem acertando arestas e formando a concepção de uma organização que, além da maneira mais humana e menos selvagem de fazer negócios, detém o poder de juntar interesses e capital, tornando-se um grande negócio. Carecia, no entanto, de instrumentalizar seus quadros para disputar mercados e vencer na dura batalha da competitividade (COOCACHAÇA, 1999).

O Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo, de acordo com o artigo 174 da Constituição Federal, fixa a responsabilidade do Estado em apoiar e estimular o Cooperativismo. Isso gera expectativas para criar cooperativas específicas para a cachaça artesanal de Minas Gerais (GOMES, 2006).

Os atores do consumo devem saber como diferenciar uma cachaça de alambique e uma cachaça industrial. Na verdade, são produtos diferentes, para mercados diversos, e devem ser distinguidos para que não haja distorções na mente do consumidor (GOMES, 2006).

O setor da cachaça de alambique sentiu certa inviabilidade no final de 2002, porque os produtores de cachaça industrializada pressionaram o governo a baixar portaria

aumentando a alíquota de IPI e, ao mesmo tempo, retirando o setor do regime de tributação do Simples. Estas medidas, aliadas à falta de isonomia tributária do governo de Lula, além de desanimadoras, elevaram, em média, o IPI da garrafa de cachaça de alambique em R\$ 2,23, enquanto a garrafa de cachaça industrializada paga alguns centavos. Estas medidas fizeram com que a escrita contábil dos produtores de cachaça de alambique ficasse mais cara (ANCELES, 2002 ; GRATÃO e MARQUES, 2007).

Minas Gerais também conta com a Associação Mineira de Produtores de Aguardente de Qualidade – AMPAQ -, uma espécie de federação estadual que integra diversas associações de produtores de cachaça de alambique e atribui, segundo critérios rígidos, o selo de qualidade AMPAQ, já conhecido em diversos países GOMES, 2006).

Para comercializar a cachaça brasileira no mercado internacional, a Cooperativa de Produção e Promoção da Cachaça de Minas Ltda. – COOCACHAÇA -, criou uma marca própria de cachaça, denominada Samba & Cana, a partir da produção cooperada e com produtos que estiverem de acordo com os padrões pré-estabelecidos (COOCACHAÇA, 1999).

Na prática, qualquer produto exportável deve ter padrão homogêneo. A Samba & Cana é produzida a partir de dois processos de padronização, no alambique de origem e na cooperativa, onde a produção cooperada é submetida a análises químicas e sensoriais, tais como: aroma, paladar, cor, oleosidade e limpidez (COOCACHAÇA, 1999).

Para atender ao mercado internacional, a Coocachaça estabeleceu um padrão rígido de qualidade, diminuiu o limite de acidez volátil e de carbamato de etila em nível aceitável pelo Ministério da Agricultura e exigiu dos cooperados uma produção de cachaça que tivesse um coração com teor alcoólico mínimo de 45 GL e máximo de 50 GL. Com produtos nessa faixa alcoólica, a Coocachaça processa a padronização, para obter um destilado mais suave com teor alcoólico de 40 GL, ideal para exportar e atender os novos

mercados consumidores (COOCACHAÇA, 1999). Na TAB. 1 são apresentados os padrões adotados pelo Ministério da Agricultura e pela Coocachaça.

TABELA 1

Padrões adotados pelo Ministério da Agricultura e pela Coocachaça.

Padrões adotados	Ministério da Agricultura	Coocachaça
Acido acético X álcool anidro	150 mg X 100 ml	120 mg X 100 ml
Álcool superior X álcool anidro	300 mg X 100 ml	250 mg X 100 ml
Teor máximo de cobre por litro	5 mg	3 mg
Teor alcoólico mínimo	38 graus	45 graus

Fonte: Jornal da Cooperativa de Produção e Promoção da Cachaça de Minas, 2001.

A cachaça “Terra de Ouro”, produzida pela Coopercachaça, uma cooperativa com 109 produtores da região, assistida pela EMATER/MG, integrante do Programa Regional da Cachaça da Microrregião de Salinas, financiada pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF -, exporta o produto para o mercado italiano (AGÊNCIA BRASIL, 2006).

A cachaça geralmente é produzida na maioria dos Estados brasileiros e cada produtor tem sua fórmula e paladar particular. Todas as marcas rotuladas ou não tem sua importância dentro do contexto da cachaça, portanto, a cachaça de alambique ou artesanal, tem grande potencial para exportação. Portanto, um dos maiores desafios da humanidade é produzir de forma sustentável sem agredir o meio ambiente, a partir de mecanismos de desenvolvimentos limpos (MDL) para reduzir os efeitos dos gases do efeito estufa (GEE). Neste contexto, a produção de aguardente pode contribuir para o sequestro de carbono, se manejada corretamente (ANDRADE, 2002; RENNER, 2004).

3.2 O EFEITO ESTUFA

A produção de energia é uma atividade normalmente agressiva ao ambiente. Os países que não possuem os recursos hídricos, como os existentes no Brasil, geralmente obtêm a energia para o conforto da população e para o desenvolvimento de suas atividades econômicas por meio da queima de combustíveis fósseis, que provocam o aumento de CO₂ na atmosfera. Esta forma de obter energia pela queima de combustíveis fósseis se intensificou após a revolução industrial e atingiu níveis maiores depois da década de 1970, fazendo com que a concentração deste gás na atmosfera passasse de 270 ppm (partes por milhão), antes da revolução industrial, para 370 ppm, nos dias atuais. A concentração de dióxido de carbono associado a outros gases forma o fenômeno natural conhecido como os gases do efeito estufa (GEE), que envolvem a terra e fazem com que parte do calor emitido pelo sol que chega à superfície terrestre seja retido na atmosfera e mantenha o planeta aquecido. Sem o efeito estufa a terra seria gelada, porém o problema enfrentado pela população pode ser consequência da intensificação deste fenômeno provocada pelo aumento contínuo e descontrolado dos gases do efeito estufa na atmosfera e, a consequência pode resultar no aumento da temperatura global. O fenômeno do aquecimento global tem provocado mudanças climáticas intensas e constantes, como o fenômeno do derretimento de geleiras, seguido do aumento do nível dos oceanos, tempestades violentas, desertificações em áreas antes produtivas e aumento considerável de descargas atmosféricas em determinadas regiões da terra, causando sérios riscos às populações. Especialistas enunciam que existem muitas previsões catastróficas ligadas ao aquecimento global se nada for alterado nos padrões do comportamento humano (PEARCE, 2002).

Para Scarpinella (2002), o efeito estufa é um fenômeno natural que possibilita a vida na Terra. Este efeito torna a Terra um planeta habitável para nós com uma média de temperatura de 15 °C. Se não houvesse essa camada de gases-estufa, a superfície terrestre poderia sofrer grandes variações, dificultando a sobrevivência de muitas formas de vida.

A atmosfera, a camada de ar que envolve o planeta terra, é constituída por vários gases. Os principais são nitrogênio (N₂) e o oxigênio (O₂) que juntos compõem cerca de 99% da atmosfera. Outros gases encontram-se presentes na atmosfera em pequenas quantidades, entre eles encontramos: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), os erfluorcarbono (CF₄) e perfluormetano (C₂F₆) e os hidrofluorcarbonos (HFCs). Esses gases são denominados gases do efeito estufa por terem a capacidade de reter o calor na atmosfera naturalmente (RENNER, 2004).

Embora o efeito estufa ocorra de modo natural, há razões para preocupações porque a concentração de gases do efeito estufa está aumentando na atmosfera, destacando-se o gás carbônico, cuja concentração cresceu cerca de 25% desde o início da Revolução Industrial. Desde aquela época a concentração de CO₂ na atmosfera aumentou de 270 ppm para 370 ppm (partes por milhão) em 2004, e estima-se que, se a emissão de CO₂ continuar a crescer nessas proporções, terá por volta do ano de 2100, provavelmente, 550 ppm (RENNER, 2004).

O dióxido de carbono, apesar de não ser o gás mais nocivo, é o que mais contribui para o efeito estufa devido a sua maior concentração na atmosfera. As crescentes emissões de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases como o metano (CH₄) e o óxido nitroso (NO₂) na atmosfera têm causado sérios problemas, como o efeito estufa. Com participação ativa nas emissões mundiais, o CO₂ é o gás que mais contribui para o aquecimento global. A permanência do CO₂ na atmosfera é de 50 a 200 anos, podendo a emissão atual resultar em impactos no regime climático ao longo dos séculos. Assim, segundo Scarpinella (2002), a

principal atividade humana geradora dos gases conhecidos como gases do efeito estufa é a produção de energia com 55 % das suas emissões, conforme a tabela 2.

TABELA 2
Gases do Efeito Estufa - GEE

Gases do Efeito Estufa - GEE	%
Dióxido de carbono – CO ₂	55
Clorofluorcarbono - CFC	20
Metano – CH ₄	15
Óxido Nitroso – N ₂ O e outros gases	10

Fonte: Adaptado de Scarpinella, (2002)

O que no início era uma preocupação científica tornou-se uma preocupação de finanças e negócios. O valor econômico da proteção ao meio ambiente surgiu quando os países se comprometeram a cortar, em média, 5,2% de emissões de dióxido de carbono sobre os valores registrados em 1990, com prazo até 2005 (MENEGUELLO e CASTRO, 2006).

A tributação foi a primeira idéia para o controle econômico sobre a poluição, mas tributar afetaria a relação do custo/benefício no setor produtivo ou elevaria o custo final ao consumidor. Depois do fracasso de várias propostas para controles globais de poluição, surgiu o conceito de que os países poderiam negociar direitos de poluição entre si. Segundo Renner (2004) o país com altos níveis de emissão de gases na atmosfera poderia pagar a outro país que estivesse com os níveis de poluição abaixo do limite comprometido. A partir de então, além da idéia global da comercialização dos limites de poluição, muitas empresas começaram a sondar esse novo e tentador nicho de mercado.

Segundo Renner (2004), os créditos de carbono foram comercializados com antecedência no mercado, mesmo sem haver uma regulamentação de preços. Várias empresas, então, buscaram os créditos de projetos já em andamento, mesmo não podendo ser

denominados de certificados de emissões reduzidas (CER) pelo fato de o Protocolo de Kyoto não ter entrado em vigor.

Estima-se que, em 1998, o Brasil tenha emitido pelo menos 285 milhões de toneladas de carbono, das quais cerca de 85 milhões resultaram da queima de combustíveis fósseis (71% do uso de combustíveis líquidos, 15,6% da queima de carvão mineral, 4% de gás natural). Esse número é relativamente baixo quando comparado às emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis de outros países. Isso é devido ao fato de que a matriz energética brasileira é considerada relativamente limpa pelos padrões internacionais, uma vez que se baseia na energia hidrelétrica (renovável). A maior parte das emissões do Brasil (2/3) provém de atividades de uso da terra, tais como o desmatamento e as queimadas, o que, atualmente, representam 3% das emissões globais (RENNER, 2004).

Pearce (2002) relata que a humanidade vem a cada dia aumentando sua preocupação com os fenômenos ligados às alterações climáticas, e um dos primeiros esforços, em âmbito mundial, para tentar barrar essas mudanças ocorreu em 1992 no Rio de Janeiro, quando se realizou a Convenção das Nações Unidas sobre Mudança Climática. Naquela convenção as nações industrializadas concordaram em estabilizar suas emissões de poluentes, nos níveis de 1990, durante dez anos.

3.2.1 O Protocolo de Kyoto e Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL

O Protocolo de Kyoto, elaborado em 1997, originou-se num encontro realizado em Kyoto, no Japão, em que os 20 países industrializados e mais poluidores se comprometiam a reduzir seus níveis de emissão de gases do efeito estufa em 5,2 %, na média, em relação aos

níveis de emissão observados em 1990, no primeiro período de vigência do compromisso, entre 2008 e 2012. Para tal, criou-se um dispositivo chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL -, através do qual os países envolvidos subtraíam carbono da atmosfera e em troca receberiam Certificados de Emissões Reduzidas - CER -, conhecidos como créditos de carbono, que poderiam ser comercializados com os países industrializados num mercado internacional, denominado Mercado de Carbono (ROCHA, 2003).

O Brasil, tendo assinado o Protocolo de Kyoto, não teve metas específicas de redução de emissões para cumprir, mas teve que promover educação, treinamento e entendimento público sobre mudanças climáticas, assegurando máxima participação no processo, além de outros comprometimentos contidos nos artigos do Protocolo (CHOHFI, 2004).

O MDL foi originado dentro do Protocolo de Kyoto numa proposta brasileira cujo objetivo consistia na criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo, que seria formado por meio de contribuições dos países desenvolvidos que não cumprissem suas metas de redução de emissão de GEE. A proposta em si consiste em que cada tonelada de CO₂ deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento, este receberia Certificados de Emissões Reduzidas -CER - que poderiam ser negociados no mercado mundial, criando um novo atrativo para redução das emissões globais. Os países estabeleceram, junto a seus maiores poluidores, cotas de redução de emissão de CO₂ para as empresas que não conseguem ou não querem reduzir suas emissões e que podem comprar Certificados de Emissão Reduzida (CER) de países em desenvolvimento e usá-los para cumprir suas cotas de redução (RENNER, 2004; AMBIENTE BRASIL, [2006?]).

Macedo, Leal e Silva (2004) destacam que, no caso das usinas de geração de energia elétrica pela biomassa da cana-de-açúcar, apesar da emissão do carbono na fase da queima do combustível, ocorre o sequestro do carbono da fase do crescimento da cana-de-

açúcar. Os créditos de carbono são obtidos devido às emissões que são evitadas pela geração de energia elétrica nessas usinas, em substituição às usinas térmicas a gás natural ou a óleo combustível, que possuem um balanço de emissões desfavorável. É importante notar que os créditos de carbono obtidos pelas usinas de cana-de-açúcar ocorrem devido às emissões evitadas em substituição às usinas que usam combustíveis fósseis e não pelo sequestro do carbono presente na atmosfera.

Junqueira (2006) e Orsolon (2006) destacaram que o Brasil foi líder em projetos de créditos de carbono registrados na Organização das Nações Unidas – ONU -, sendo a maioria dos projetos brasileiros voltados para a redução das emissões de carbono em energia renovável a partir do bagaço da cana-de-açúcar.

Para gerar créditos um projeto deve atender a alguns requisitos básicos, ou seja, a ação deve ser voluntária, devendo contribuir para o desenvolvimento sustentável e, ao mesmo tempo, reduzir a emissão de gases. Mas os especialistas não são unânimes na aprovação do Protocolo de Kyoto ou do mercado de créditos de carbono (RENNER, 2004).

Khalili [2005?] afirmou que o carbono não pode ser encarado como uma *commodity* ambiental, pois uma *commodity* visa o lucro imediato, algo contrário ao ambiente e mais precisamente à sua conservação. Ao tratar de agregar valores ao sistema produtivo da cachaça não se pode pensar por esse lado porque se não houver agregação de pequenos produtores em blocos, não há como negociar esses créditos isoladamente.

Para que possam pleitear a participação no mercado de carbono estabelecido pelo Protocolo de Kyoto e receber os Certificados de Emissões Reduzidas – CER -, conhecidos como créditos de carbono, as usinas termoelétricas movidas à biomassa de cana-de-açúcar precisam cadastrar-se e receber a aprovação da United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC -, que é a convenção permanente na ONU encarregada dos estudos referentes à mudança do clima (ROCHA, 2003).

Essa aprovação é obtida pelo envio de projetos para serem analisados, fazendo com que as usinas sejam classificadas como MDL. Dessa forma, cada usina precisa elaborar e apresentar um projeto mostrando seus dados e evidenciando o quanto está contribuindo para evitar a emissão dos GEE na atmosfera (RENNER, 2004).

3.2.2 O ciclo do carbono e as plantas

Segundo Renner (2004) o carbono presente no gás metano e no gás carbônico é o elemento mestre nos ciclos globais denominados ciclos biogeoquímicos que envolvem a vida (bio), a terra (geo) e a química. O ciclo global do carbono é composto de vários ciclos simples, sendo o mais relevante a fotossíntese, onde as plantas absorvem gás carbônico e, usando água e a luz solar, convertem o gás carbônico em tecido vivo (CH_2O), chamado biomassa ou matéria orgânica. O oxigênio é liberado durante a produção de biomassa. Esse processo é conhecido como fotossíntese porque usa a luz solar para sintetizar a biomassa. Se somente a fotossíntese ocorresse não teríamos o gás carbônico, mas em compensação, haveria uma queda na temperatura da terra por falta desse gás. Para compensar o processo da fotossíntese e aquecer a terra, o processo de respiração faz reagir a biomassa e a matéria orgânica com o oxigênio e liberam o gás carbônico e energia.

O ciclo de carbono não é privilégio somente das plantas e da atmosfera, também o é dos oceanos e das rochas. Os oceanos contêm aproximadamente cinquenta vezes mais carbono que a atmosfera, predominando o carbono inorgânico dissolvido, sendo seu sequestro limitado devido à solubilidade do CO_2 na água do mar e à baixa taxa de mistura entre as águas marinhas superficiais e profundas. Nas rochas, a matéria orgânica acumulada durante milhões

de anos transforma-se em carvão mineral, petróleo ou gás natural. São os chamados combustíveis fósseis que, se queimados, liberam uma quantidade enorme de gás carbônico e podem mudar toda a característica da atmosfera (RENNER, 2004)

As florestas desempenham papel significativo na atual problemática do ciclo global do carbono, pela sua grande capacidade de estocagem por longo prazo de grandes quantidades de carbono na vegetação, trocando carbono com a atmosfera através da fotossíntese e da respiração. Por outro lado, as florestas também podem ser grandes geradoras de gás carbônico se sofrerem ação do fogo, procedimentos inadequados de manejo do solo, plantio e colheita. Nelas são reservadas cerca de 80% de todo o carbono estocado na vegetação terrestre e cerca de 40% do carbono presente os solos (INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZONIA, 2002).

Segundo Renner (2004), os reservatórios de CO₂ na terra e nos oceanos são maiores que o total de CO₂ na atmosfera. Pequenas mudanças nesses reservatórios podem causar grandes efeitos na concentração atmosférica. O carbono emitido para a atmosfera não é destruído, mas sim redistribuído entre os diversos reservatórios de carbono, ao contrário de outros gases causadores do efeito estufa que normalmente são destruídos por ações químicas na atmosfera.

A escala de tempo de troca de reservas de carbono pode variar de menos de um ano a décadas ou até mesmo milênios. Esse fato indica que a perturbação atmosférica causada pela concentração do CO₂, para que possa voltar ao equilíbrio, não pode ser definido ou descrito através de uma simples escala de tempo constante. Para se ter alguns parâmetros científicos, a estimativa de vida para o dióxido de carbono atmosférico é definida em aproximadamente cem anos (RENNER, 2004).

Para Renner (2004), a redução do desmatamento poderá contribuir consideravelmente para a diminuição do ritmo de aumento dos gases causadores do efeito estufa, possibilitando outros benefícios, como a conservação dos solos e da biodiversidade.

3.3.3 Estimativas do sequestro de CO₂ na cultura de cana-de-açúcar.

Para equilibrar as atuais emissões de CO₂ via combustíveis fósseis, através do plantio de cana-de-açúcar, seria necessário o cultivo anual de 420 milhões de hectares, o que representa aproximadamente 21 vezes a área plantada com cana no mundo. Esses valores se tornam ainda maiores ao considerarmos a queima da palha para facilitar a colheita e que aproximadamente 95% do carbono fixado pela bandeira (folhas verdes) e pelas raízes retornam à atmosfera durante o processo natural de decomposição (BUSO, 2006).

Em estudo de balanço energético na cultura da cana-de-açúcar, Macedo (1998) determinou as emissões líquidas de carbono para atmosfera. Em adição a esse estudo, introduziu-se uma nova variável, a partir dos dados de carbono no solo em função de informações referentes a dezesseis anos do manejo de cana crua versus cana queimada na região nordeste do Brasil. Nesse experimento encontrou-se um aumento do CO₂ no solo no sistema cana crua da ordem de 270 kg/ha. em média, durante os anos de estudo. Nesse sentido, a manutenção da “palhada” no sistema favorece o acúmulo de matéria orgânica no solo, reduzindo ainda mais a emissão líquida de CO₂ via queima de combustíveis fósseis.

Outro aspecto a ser considerado quando se comentam emissões de GEE, é que somente um pequeno percentual dos gases emitidos fica na atmosfera, sendo que grande partes destes, possivelmente são fixados pelos oceanos (RENNER, 2004).

Para saber se a aguardente e o carbono da cana-de-açúcar são viáveis devem-se entender os mecanismos econômicos, conforme o tópico seguinte.

3.4 ECONOMIA CANAVIEIRA

A economia canavieira pode ser definida como ramo da ciência que trata da utilização racional de recursos de produção da terra, a distribuição e o consumo de bens e serviços do agronegócio da cana-de-açúcar. Como bens e serviços da cana-de-açúcar podem ser entendidos os produtos, subprodutos e demais valores possíveis de serem agregados a ela. Portanto, pode-se dizer que a economia da cana-de-açúcar procura resolver os problemas econômicos do setor, como compras, vendas, taxaço e manejo de cultivo e de seus produtos, como a energia limpa, açúcar, cachaça, celulose, melado, rapadura, melaço, vinhoto, etc. (RENNER, 2004 ; AMBIENTE BRASIL, [2006?]).

3.4.1 Avaliação Econômica de Projetos Rurais

A avaliação econômica de alternativa de investimentos permite identificar e quantificar todas as vantagens e desvantagens, na comparação e na posterior escolha da melhor alternativa, mediante aplicação dos métodos e critérios de decisão, permitindo representar cada alternativa por um número que indica a solução mais econômica (RENNER, 2004).

Há vários métodos de seleção e avaliação de opções de investimentos, cada um deles partindo de premissas peculiares, não havendo um consenso geral quanto ao mais indicado. Os mais usados são: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Custo Benefício (RCB), *Payback* (PB), Margem de Lucro Líquido (MLL) (RENNER, 2004; GITMAN, 2004).

3.4.2 Valor Presente Líquido (VPL)

De acordo com Gitman (2004), o valor presente líquido – VPL - leva explicitamente em conta o valor do dinheiro no tempo. É considerada uma técnica sofisticada de orçamento de capital que desconta os fluxos de caixa da empresa a uma taxa estipulada. Essa taxa, comumente chamada de taxa de desconto, retorno exigido, custo de capital ou custo de oportunidade, é o retorno mínimo exigido em um projeto para que o valor de mercado da empresa fique inalterado.

O VPL é obtido subtraindo-se o investimento inicial de um projeto (FC_0) do valor presente de suas entradas de caixa (FC_t), descontadas a uma taxa igual ao custo do capital da empresa. Em outras palavras, é a soma do valor presente das receitas menos a soma do valor presente dos custos, atualizada à taxa ou taxas adequadas de descontos (RENNER, 2004; GITMAN, 2004).

$$VPL = C_0 + \sum_{n=1} \frac{C_n}{(1+i)^n}$$

Onde:

C_0 é o fluxo de caixa feito na data zero.

C_n é o fluxo de caixa feito no período n

n é o número do período em que foi feito determinado fluxo

i é a taxa de juros corrente ao período n

Quando o VPL é usado para tomada de decisão de aceitação ou rejeição devemos considerar que, se o VPL for maior que 0 (zero), o projeto deverá ser aceito. Sendo menor que 0 (zero) o projeto deverá ser rejeitado (GITMAN, 2004).

3.4.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para Gitman (2004), a taxa interna de retorno – TIR - talvez seja a técnica de orçamento de capital mais utilizada e sofisticada, entretanto seu cálculo manual é mais difícil que o VPL. A TIR é uma taxa de desconto que iguala o VPL de uma oportunidade de investimento a \$ 0 (zero) porque o valor presente das entradas de caixa se iguala ao investimento inicial. É a taxa composta de retorno anual que a empresa obterá se concretizasse o projeto e recebesse as entradas de caixa previstas.

Quando a TIR é utilizada na tomada de decisões de aceitação ou rejeição de orçamento de capital, deve-se observar que se a taxa for maior que o custo do capital, deve aceitar o projeto, se for menor, deve-se rejeitá-lo. Esses critérios asseguram à empresa obter

pelo menos o retorno exigido e aumentar o seu valor de mercado e conseqüentemente a riqueza dos proprietários (GITMAN, 2004).

3.4.4 Período de *Payback*

Os períodos de *payback* são comumente utilizados na avaliação de investimentos, mostrando o tempo necessário para que a empresa recupere seu investimento inicial em projeto, sendo calculado sobre suas entradas de caixa. Quando se tratar de uma anuidade, o período de *payback* pode ser encontrado dividindo-se o investimento inicial pela entrada anual de caixa. Quando se tratar de série mista de entradas de caixa, estas precisam ser acumuladas até que o investimento inicial seja recuperado. Embora seja uma técnica muito utilizada, o período de *payback* é visto como técnica de pouca sofisticação de orçamento de capital porque não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, ele ignora as variações do fluxo de caixa após o período de recuperação do investimento e prioriza o curto prazo (GITMAN, 2004).

Em virtude das imperfeições desse método, não é aconselhável utilizá-lo como principal critério seletivo para aplicação de capital, mas pode-se usá-lo como um método auxiliar na tomada de decisão (BATALHA, 1999).

Na tomada de decisão de aceite ou de rejeição de projeto, quando o período de *payback* for menor que o período máximo aceitável de recuperação, o projeto será aceito; se for maior que o período máximo de aceitação, o projeto será rejeitado. Vale ressaltar que o período máximo de aceitação tem caráter subjetivo, é definido pela cúpula empresarial, com base em diversos fatores como tipo, risco, valor da ação (GITMAN, 2004).

3.4.5 Taxa Mínima Atrativa de Retorno (TMAR)

A taxa mínima atrativa de retorno – TMAR - é a taxa de juros utilizada para avaliação da atratividade de alternativas de investimentos. Faz parte da política a ser formulada pela cúpula administrativa da empresa e utilizada por vários níveis da organização. É difícil decidir e estabelecer uma taxa mínima de remuneração para um determinado investimento, o que normalmente ocorre para determinar uma boa taxa é a verificação da disponibilidade de recursos, custos dos recursos, a taxa de juros paga no mercado por grandes bancos, taxa de juros pagas pelos títulos do governo, montante envolvido, tempo do projeto (curto ou longo prazo), oportunidade e aversão ou propensão ao risco que o investidor possa ter (BATALHA, 1999).

3.4.6 Regra de Bolso

Segundo Renner (2004), para analisar e avaliar os efeitos de investimentos ou aplicações financeiras, o mercado costuma se posicionar considerando a taxa e tempo de retorno (*payback*) e a regra de bolso.

A taxa de retorno é calculada levando em consideração o lucro líquido que o evento traz proporcionalmente à receita operacional líquida, e quanto maior for essa taxa, melhor é a qualidade do evento e menor o tempo de retorno (GITMAN 2004).

O tempo de retorno é calculado levando-se em conta o total do investimento e considerando-o igual a 100%. Divide-se esse percentual pela taxa de retorno encontrada e o resultado será o número de anos que o investimento levará para retornar (GITMAN, 2004).

A regra de bolso em qualquer investimento ou aplicação está atrelada ao risco do evento, que consiste em considerar a taxa que o governo paga na caderneta de poupança, que é algo em torno de 6,75% ao ano e comparar com a taxa paga pelo mercado, que para ser considerada ótima, deve ser no mínimo o dobro da taxa da poupança. Resumindo, tem-se que, para correr risco, um investimento deve apresentar retorno de 13,5%, no mínimo, para ser considerado bom. Essa taxa não é fixa e pode oscilar de um evento para outro. Se o investidor não quiser correr risco é mais prudente aplicar em poupança porque o rendimento é pouco, mas é seguro (RENNER, 2004).

3.4.7 Análise das relações custo/volume/lucro

Os conceitos de custos fixos permitem uma expansão das possibilidades de análise dos gastos da empresa, em relação aos volumes produzidos e vendidos, determinando pontos importantes para fundamentar futuras decisões como aumento ou diminuição dos volumes de produção, corte ou manutenção de produtos, mudanças no “*mix*” de produção e incorporação de novos produtos. A análise custo/volume/lucro conduz a três importantes conceitos: margem de contribuição, ponto de equilíbrio e alavancagem operacional (PADOVESE, 2005).

3.4.7.1 Alavancagem Operacional

De acordo com Padoveze (2005), a alavancagem operacional (AO) é a possibilidade de acréscimo do lucro total pelo incremento da quantidade produzida e vendida, através da alteração correta da proporção dos custos fixos na estrutura de custos da empresa. Podemos também ratificar que é a possibilidade de a empresa aumentar vendas e obter melhores lucros sem a necessidade de alterar a estrutura de custos fixos existente.

Para Gitman (2004), a alavancagem operacional (AO) pode ser definida como a possibilidade de uso dos custos operacionais fixos para ampliar os efeitos de variação de vendas sobre o lucro da empresa antes dos juros e imposto de renda.

3.4.7.2 Margem de Contribuição

Para Padoveze (2005), a margem de contribuição é um conceito de grande importância para o custeio variável e para a tomada de decisões gerenciais.

O custeio variável considera que aos produtos devem ser alocados apenas os custos variáveis, diferente do custeio por absorção que, além dos custos variáveis, os produtos absorvem também os custos fixos. De acordo com Martins (2003), a margem de contribuição (MC) é a diferença entre a receita e a soma dos custos e despesas variáveis e tem por finalidade tornar mais visível a potencialidade de cada produto, mostrando como cada um contribui para, primeiramente, amortizar os gastos fixos e depois formar o lucro propriamente dito.

A margem de contribuição obedece ao seguinte cálculo:

$$MC = PV - (CV+DV)$$

Onde:

MC - Margem de Contribuição

PV - Preço de Venda

CV - Custos Variáveis

DV - Despesas Variáveis

Não havendo fatores que limitem a produção ou vendas, essa sequência costuma ser obedecida. No entanto, Migliorini (2001) ressalta que, ocorrendo fatores que venham a limitar a produção, conhecidos como gargalos de produção para tomada de decisão, há necessidade de se fazer um estudo da margem de contribuição pelo fator limitante a fim de maximizar o resultado.

De acordo com Martins (2003), quando não houver limitação na capacidade produtiva, interessa o produto que forneça maior margem de contribuição – MC - por unidade; por outro lado, havendo limitação, interessa aquele que produz maior MC pelo fator limitante da capacidade.

A MC representa a contribuição que cada unidade traz à empresa para cobrir os custos fixos e gerar lucro, sendo possível analisar a viabilidade ou não de produção de um determinado produto. Se o índice for positivo, a produção será viável, caso nulo ou negativo, a produção não trará benefícios para a empresa (PADOVEZE, 2005).

Se a empresa não conhece a margem de contribuição, ela pode vender muito e ter prejuízo, pois a margem de contribuição é uma condição para se chegar ao ponto de equilíbrio (MARTINS, 2003).

3.4.7.3 Ponto de equilíbrio

O ponto de equilíbrio – PE - equivale ao faturamento mínimo de vendas que uma empresa deve realizar para que não haja prejuízo. O ponto de equilíbrio determina o volume de produção em que a receita operacional se iguala ao custo operacional, ou seja, em que o lucro operacional é igual a zero (PADOVEZE, 2005).

Migliorini (2001) comentou que o ponto de equilíbrio é o momento em que a empresa não apresenta nem lucro nem prejuízo, as receitas geradas pelo nível de vendas são suficientes para cobrir apenas os custos e as despesas totais. O equilíbrio ocorre quando a soma da margem de contribuição dos produtos vendidos se iguala aos custos e despesas fixos do período. O lucro só ocorrerá com vendas adicionais, acima do ponto de equilíbrio.

Para determinar o ponto de equilíbrio, em quantidade necessária para cobrir os custos fixos, dividem-se os custos fixos totais – CFt - pela margem de contribuição – MC - unitária, encontrando assim o ponto de equilíbrio em quantidades (PEq). Para encontrar o ponto de equilíbrio em valores, dividimos os custos fixos totais pela margem de contribuição percentual, ou seja, ponto de equilíbrio em quantidades = CFt / MC e ponto de equilíbrio em valores = $CFt / MC\%$ (PADOVESE, 2005).

3.4.8 Tributação

De acordo com o Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário – IBPT -, o Brasil possui uma das maiores cargas tributárias do mundo e os tributos representam um

percentual significativa no custo das empresas. Em economia globalizada com concorrência acirrada, a carga tributária é uma das preocupações das organizações (IBPT, 2003).

Os tributos se dividem em impostos, taxas e contribuições. Os tributos são pagamentos feitos para o governo, tanto por pessoas físicas (indivíduos) quanto por pessoas jurídicas (estabelecimentos), em decorrência de atividades realizadas (industrialização, comercialização ou prestação de serviços) ou em decorrência de patrimônios por elas mantidos. Fica claro que sem a cobrança de tributos o governo não consegue gerir a União. Segundo o IBPT (2008), a média da carga tributária brasileira atingiu o mesmo patamar dos países mais ricos do mundo, apresentando um índice de 38,9% em 2005, enquanto os 21 países industrializados pesquisados apresentaram em 2003 e 2004 um índice de 38,8%. No ano de 2008 o bom desempenho tributário brasileiro atingiu 36,56% do Produto Interno Bruto – PIB.

3.4.8.1 Tributos Federais

Os tributos federais são os pagamentos realizados por pessoas físicas e jurídicas para os cofres da União, conforme suas atividades ou renda. A atividade de industrialização por conta própria ou por encomenda de bebidas classificadas na tabela de incidência do IPI (TIPI), no capítulo 22 (2208.40.00 - Cachaça e Caninha) e de acordo com a Lei 9.317/96 que criou o SIMPLES, autorizava as empresas a optar pelo regime de tributação, porém a Medida Provisória 2033/34 de 2000 alterou a Lei 9.317/96, vedando a opção pelo SIMPLES a partir do ano de 2001, autorizando os produtores, os quais já haviam optado a permanecer no regime do SIMPLES até 31 de dezembro de 2000 e, conseqüentemente, a partir de janeiro de

2001 estariam sujeitos às outras formas de tributação, podendo optar pelo Lucro Presumido ou Lucro Real (BRASIL, [2002?]).

Devido às exigências de escrituração comercial completa para a forma de tributação pelo Lucro Real, as empresas optaram pelo Lucro Presumido, cujo recolhimento de impostos federais toma como base de cálculo o faturamento bruto (vendas) acrescido de outras receitas e ganhos, aplicando-se as alíquotas da TAB. 3.

TABELA 3

Impostos Federais incidentes sobre as vendas brutas pelo regime de tributação
de Lucro Presumido

TRIBUTO	ALÍQUOTA	APURAÇÃO
I R P J	1,20%	Trimestral
Contribuição Social	1,08%	Trimestral
P I S	0,65%	Mensal
COFINS	3,00%	Mensal
Total a recolher	5,93%	-

Fonte: (Brasil, 2008)

3.4.8.2 Imposto sobre Produtos Industrializados - I P I

De acordo com a Instrução Normativa da Secretaria da Receita Federal – SRF -, nº 249/2002, as bebidas classificadas no capítulo 22 (2208.40.00 - Cachaça e Caninha) da TIPI estão sujeitas à incidência do IPI, fixado em reais, por unidade ou por determinada quantidade de produto (BRASIL, [2002?]).

Para fins do estabelecimento do valor do imposto, deve ser enquadrado em classes de valores, por ato do Secretário da Receita Federal. Para tanto, o contribuinte deve

informar à Secretaria da Receita Federal as características de fabricação e os preços de vendas, por espécie e marca do produto e por capacidade do recipiente.

Conforme o Artigo 5º da mesma instrução, os contribuintes deverão requerer o reenquadramento dos produtos nacionais em seu domicílio fiscal.

Conforme Brasil [2002?], o enquadramento inicial dos produtos nas classes, que poderá ser alterado de ofício ou a pedido do próprio contribuinte, ocorrerá segundo a capacidade do recipiente em que são comercializados, agrupados em quatro categorias, conforme destacado a seguir:

Capacidade dos recipientes:

1 – Até 180 ml

2 - de 181 a 375 ml

3 – de 376 a 670 ml

4 – de 671 a 1000 ml.

O enquadramento do produto ou de grupo de produtos poderão se dar sob classe única. Nos termos do disposto no artigo 1º da Lei 7.798/89, as saídas dos estabelecimentos industriais ou equiparados a indústria, dos produtos classificados nas posições 22.04, 22.05, 22.06 e 22.08 (cachaça e caninha), ficam sujeitos ao imposto distribuído por classes, conforme mostrado na TAB. 4. Em 02 de julho de 2008 o Governo Federal do Brasil, por meio do Decreto No. 6.501 publicado no DOU de 03/07/2008, aumentou os valores da Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados (TIPI) em 30% (BRASIL, [2002]).

TABELA 4
Classificação por classes de cachaça e caninha com aumento de 30% a partir
de 1º. de agosto de 2008.

Classes	IPI	Classes	IPI	Classes	IPI	Classes	IPI
A	0,14	H	0,49	O	1,95	V	7,88
B	0,16	I	0,61	P	2,39	X	9,59
C	0,18	J	0,73	Q	2,90	Y	11,70
D	0,23	K	0,88	R	3,56	Z	17,39
E	0,30	L	1,08	S	4,34	-	-
F	0,34	M	1,31	T	5,29	-	-
G	0,39	N	1,64	U	6,46	-	-

Fonte: Brasil ([2002?]) Dados atualizados em 30 de nov. 2008)

3.4.8.3 Tributo Estadual - I C M S

A Constituição Federal (1988), em seu artigo 155, inciso II, dá competência aos Estados e ao Distrito Federal para instituir imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior.

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS - é um imposto estadual, calculado por dentro, ou seja, ele é computado na base de cálculo; é um imposto seletivo em função da essencialidade do produto, podendo o legislador, a seu critério, aplicar alíquotas diferentes para baratear o preço de determinadas mercadorias (BRASIL, 2002?).

As alíquotas do ICMS são eletivas em razão da essencialidade das mercadorias e serviços e da localização da unidade da federação, podendo, de acordo com o artigo 42, variar de 7% a 30%. A maioria das alíquotas utilizadas internamente nos Estados é de 18%. Nas operações interestaduais para os estados do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Espírito

Santo a alíquota é de 7% e, para os demais Estados, de 12% (PÊGAS, 2006; GRATÃO e MARQUES, 2007).

3.4.9 Demonstração de Resultados do Exercício

A Lei Federal nº. 6.404/76, estabeleceu, em seu artigo 176 que, ao fim de cada exercício social, a diretoria fará elaborar, com base na escrituração mercantil da companhia, a Demonstração de Resultados do Exercício - DRE - , complementadas por notas explicativas e outros quadros analíticos, ou demonstrações contábeis necessárias para esclarecimento da situação patrimonial e do resultado do exercício.

De acordo com Iúdicibus, Martins e Gelbcke (1990), pelo porte da empresa, muitas delas são desobrigadas de apresentar escrituração e a Demonstração de Resultados ao final do exercício, como é o caso das micro e pequenas empresas. Mas se a empresa deseja obter algum tipo de financiamento, a escrituração e os demonstrativos que dela se originam tornam-se uma ferramenta poderosa de análise para os fornecedores de créditos.

A legislação societária e posteriormente a legislação fiscal consagraram o uso da expressão "Demonstrações Financeiras" para o mesmo conjunto de informações. Assim, a expressão "Demonstrações Financeiras" tem exatamente o sentido da expressão "Demonstrações Contábeis", e vice-versa (PADOVEZE, 2005).

Na “Demonstração de Resultados do Exercício” podemos visualizar que a qualidade da linha de frente (vendas) é que determina a qualidade da última linha (lucro líquido) (PADOVEZE, 2005).

Segundo Marion (1982), a Demonstração de Resultados do Exercício atende aos aspectos fiscais no que tange aos relatórios contábeis exigidos pela legislação do Imposto de Renda e à Lei nº. 6.404/76 (Lei das Sociedades Anônimas), como também a outras legislações concernentes à área e para demonstrar a situação econômica de uma empresa produtora de cachaça, que poderá negociar seus créditos de carbono através de uma cooperativa, diretamente com empresas que pretendem baixar seu déficit de carbono, ou na Bolsa de Mercadorias e Futuro – BM&F- (BM&F, [2008?]).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBJETOS DE ESTUDO

O presente trabalho foi desenvolvido com base em dados de produção, preços, custos e vendas fornecidos pela empresa J. Piva, produtora de aguardente de cana-de-açúcar.

A empresa detém uma área total de 2 alqueires de plantio, situada no município de Divinolândia – SP, bairro Campestrinho, Sítio Primavera, km 10 da estrada Poços de Caldas-MG/Divinolândia –SP. Distante 10 km de Poços de Caldas.

As visitas na empresa Aguardente de Cana J. Piva, para estudo, ocorreram no período de abril de 2008 a janeiro de 2009. Optou-se por este período porque além das entrevistas com o proprietário, foi possível verificar in loco a produção de aguardente, desde a colheita da cana-de-açúcar, transporte, moagem, fermentação, destilação e armazenamento. Todo este processo é conhecido na linguagem dos produtores como “alambicar”. A FIG. 1 mostra a localização dos empreendimentos estudados.

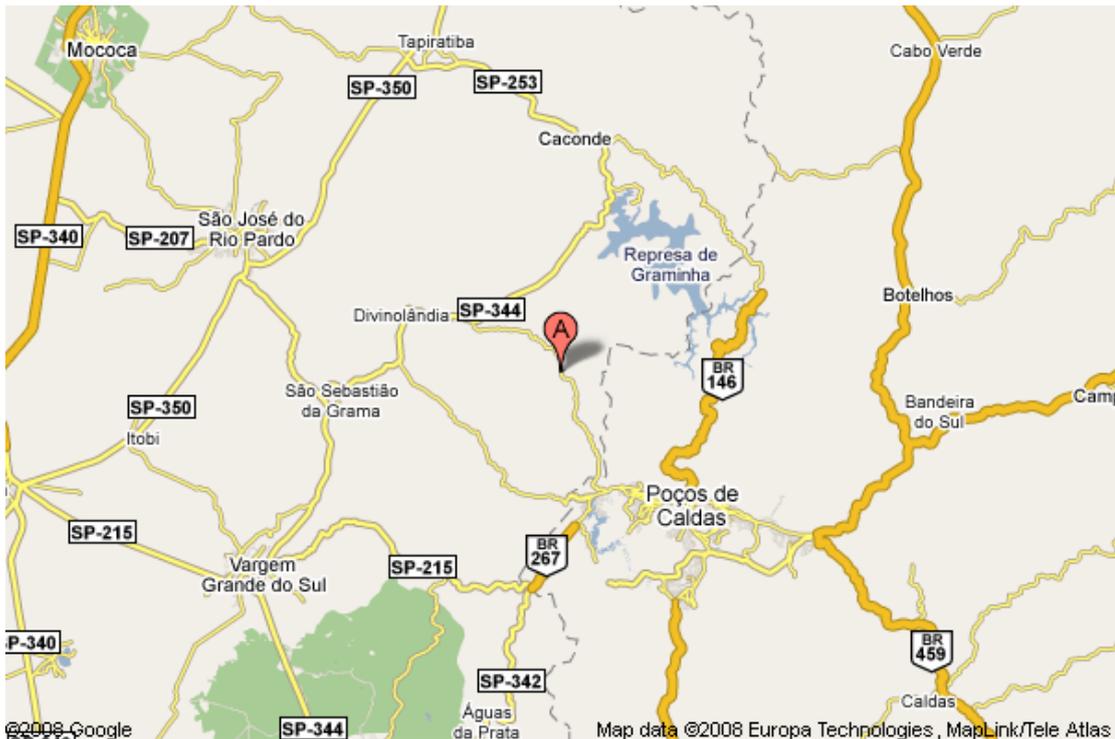


FIGURA 1 – Mapa de localização da Aguardente de Cana J. Piva

Descrição da empresa: Microprodutor de aguardente artesanal, inscrita no CNPJ 02.594.340/0001-13 e inscrição estadual 287.007.468.111 ME, com sede no Sítio Primavera, Km 10, Campestrinho-SP.

- Faturamento anual: R\$ 180.000,00;
- Área de plantio: 02 hectares;
- Compra de cana: 128 toneladas;
- Capacidade do destilador: 800 litros;
- Capacidade de produção anual: 30.000 litros de aguardente;
- Custos de produção: R\$ 24.896,00 (própria e compra);
- Número de funcionários: 01
- Principais clientes: bares, restaurantes, hotéis, clientes avulsos, etc.
- Outros produtos: Não tem.

4.2 FRONTEIRAS DE ESTUDO E SUAS CARACTERÍSTICAS

Na Figura 2 são mostradas as etapas do ciclo de produção de cachaça baseada nas fases do processo descritas na ordem em que acontecem ao longo de uma safra e de um ciclo da cana-de-açúcar que consiste em seis anos.

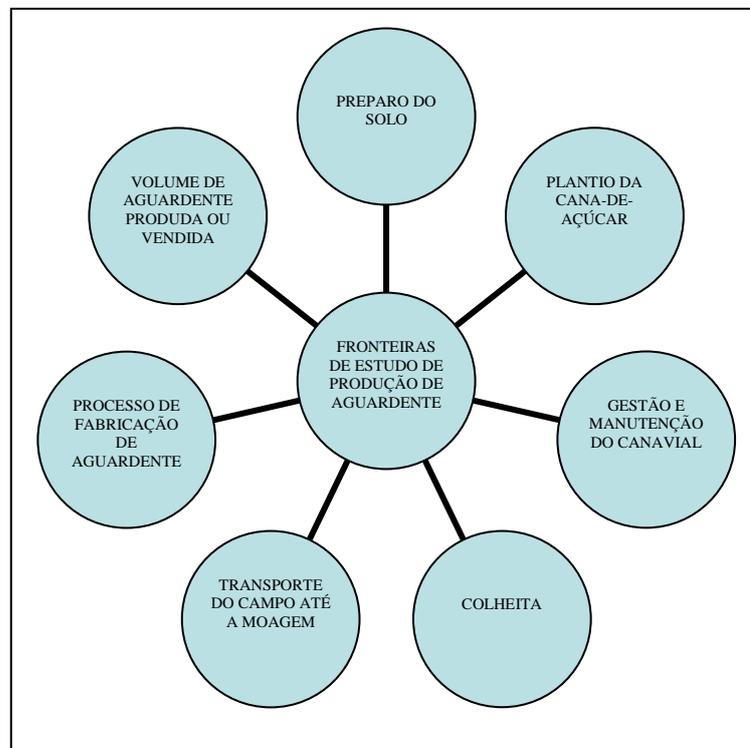


FIGURA 2 – Fronteiras de estudo – fases de 1 a 7, envolvidas na produção de cachaça.

As etapas das fronteiras, de acordo com Chohfi (2004), são as seguintes:

- 1) Preparação do solo (gradagem e subsolagem);
- 2) Plantio da cana-de-açúcar (propagação, sulcação, transporte e cobertura dos colmos);

- 3) Gestão e manutenção do canavial (aplicação de insumos a cada seis anos: adubos, vinhoto, inseticidas, herbicidas e fertilizantes);
- 4) Colheita (ocorre geralmente entre abril e novembro);
- 5) Transporte dos colmos até a moagem;
- 6) Produção de cachaça. Após a moagem o caldo é utilizado para produzir cachaça.
- 7) Quantidade de cachaça produzida e ou vendida. Ao final do processo de fabricação a cachaça é envasada e ou comercializada e nesse ponto podemos calcular a quantidade de carbono que pode ser comercializado no mercado. As outras fases anteriores têm sua relevância dentro deste estudo, mas para nosso propósito a quantidade de cachaça produzida traduz a quantidade de carbono a comercializar.

Durante todo o cultivo e colheita da cana existem emissões associadas ao uso de máquinas e equipamentos, transporte e produção de insumos. Essas emissões serão alocadas apenas para a produção de cachaça e isso será considerado nos resultados e discussões.

4.3 BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR E O SEQUESTRO DE CO₂ ATMOSFÉRICO.

A biomassa total da cana-de-açúcar é composta de partes subterrâneas (raízes) e aéreas (colmos, palha deixada no solo após colheita, as pontas ou topos e folhas), que correspondem a 156,5% da biomassa total. Atribuem-se 15% para raiz, 100,00% para colmo, 10,2% para palhas, 17,1% para folhas e 14,2% para ponta ou topo. A parte da cana-de-açúcar que, teoricamente, é descartada ou deixada no campo corresponde a 56,5% da biomassa total e o colmo, que é composto do bagaço e caldo, corresponde a 100% da biomassa total.

Na visão de Beeharry (2001), a porção total de cada componente da biomassa da cana deve ser calculada percentualmente em relação ao peso dos colmos, e as raízes consistem de 9,58% da biomassa total. Alexander (1973) considerou que o colmo representa 68,6%, as pontas e folhas 17,1%, e a palha, 14,3% da biomassa aérea da cana-de-açúcar total.

Durante a colheita, separam-se os colmos para uso no processo de moagem enquanto as partes subterrâneas e aéreas são deixadas no campo. Após a moagem, o colmo da cana é separado em bagaço e caldo, que será usado no processo de produção de aguardente. O bagaço não será nosso objeto de estudo e consideram-se como iguais as características da biomassa da cana independente da variedade ou país de origem (BEEHARRY, 2001).

Para o organograma da biomassa total de cana-de-açúcar de 156,5%, sendo o colmo considerado como 100% para efeito de cálculos, as raízes, 15%, e palhas, folhas e topos, 41,5%. Os dados foram alterados e adequados para os estudos da viabilidade econômica da aguardente e do carbono, conforme Figura 3.

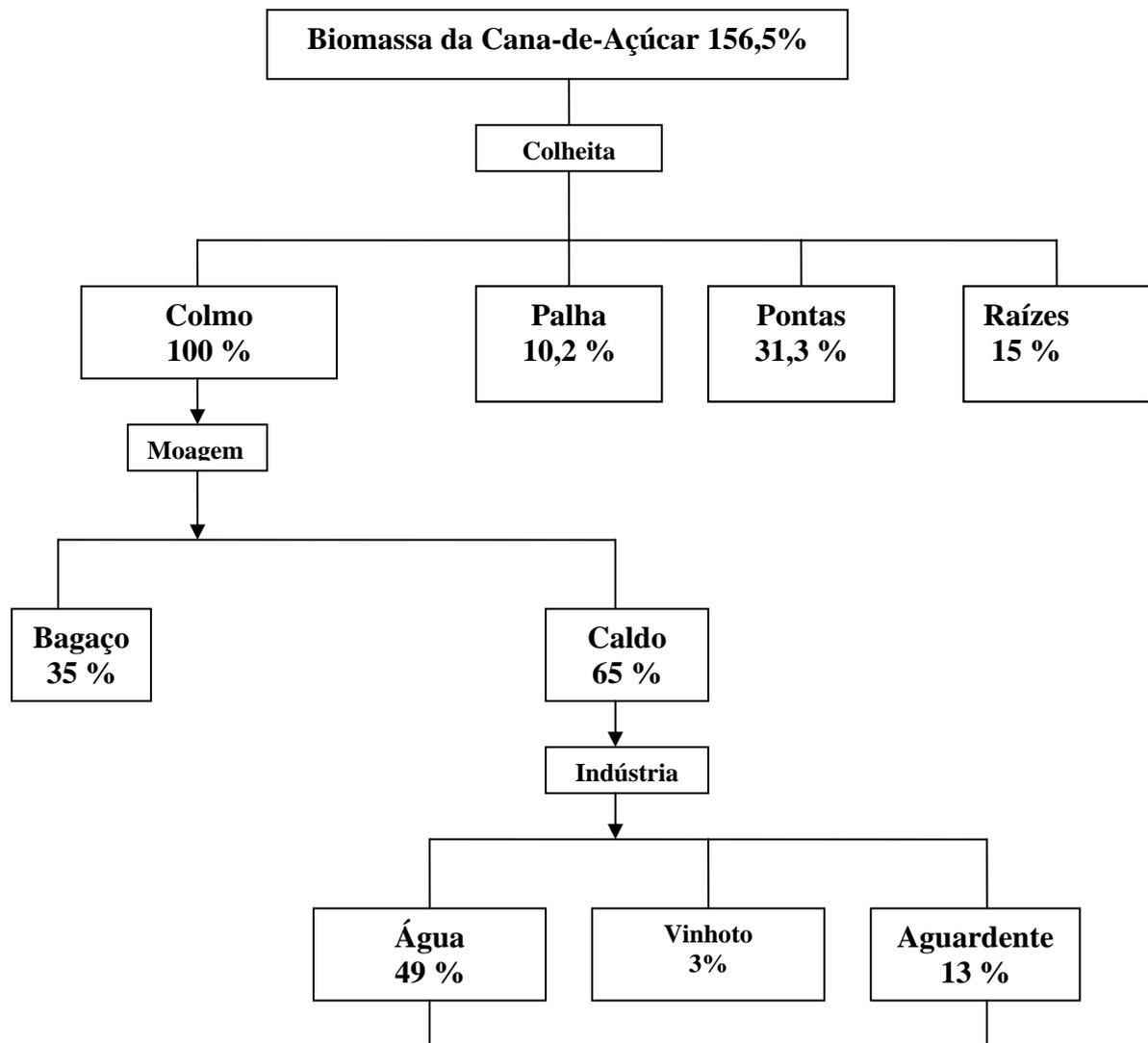


FIGURA 3 - Biomassa da cana-de-açúcar.

Fonte: Adaptado de Alexander (1973)

O colmo é composto de 35% de bagaço e 65% de caldo. O caldo, que será utilizado na indústria da aguardente, é constituído de 49% de água, 3% de vinhoto e 13% de aguardente (Tabelas 5, 6, 7 e 8).

TABELA 5
Biomassa total de 156,5%

Biomassa total da Cana-de-Açúcar 156,50%				
Raízes	Colmos	Palhas	Folhas	Pontas ou Topos
15%	100,00%	10,50%	17,10%	14,20%

TABELA 6
Biomassa aérea igual a 100%

Biomassa aérea da Cana-de-Açúcar		
Colmos	Pontas e Folhas	Palha
68,6 %	17,1 %	14,3 %

TABELA 7
Biomassa do colmo igual a 100%

Biomassa do Colmo da Cana-de-Açúcar	
Bagaço	Caldo
35 %	65 %

TABELA 8
Biomassa do caldo de 65%

Biomassa do Caldo da Cana-de-Açúcar		
Água	Vinhoto	Cachaça
49 %	3 %	13 %

Fonte: Adaptado de Alexander (1973)

Segundo Alexander (1973), o CO₂ atmosférico está presente na biomassa das plantas como carbono em forma de amido, sacarose e glicose. Para descobrir a quantidade total de CO₂ sequestrada pela biomassa da cana, usamos o seu conteúdo de carbono, calculando a porção de biomassa seca (ybs) produzida de cana-de-açúcar, utilizando a equação (1), $ybs = ytotal \times (1 - \%u)$. Nesse cálculo, multiplica-se a produção total de cada

componente da biomassa da cana por $(1 - (\%u))$, onde %u é a porcentagem de umidade de cada componente. A seguir, será dado um exemplo de cálculo para a aguardente, conforme a equação (1). Os resultados e cálculos são mostrados na Tabela 11 (item 5.3) em resultados e análise.

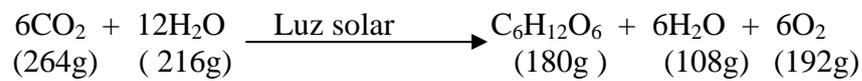
Segundo Anjos (2001), uma tonelada de cana-de-açúcar produz em média 546,96 litros de caldo, que correspondem a 55% de produtividade. O caldo produz 60,27 litros de aguardente pura e de boa qualidade, ou seja, 6,027% de produtividade por tonelada de colmos, considerado como o coração da cachaça.

Neste trabalho consideram-se os 10,92% de uma tonelada de colmos de cana, ou 20% da biomassa do caldo porque, conforme depoimento do produtor de aguardente entrevistado, o caldo produz 20% de aguardente e 80% de vinhoto. Dos 20% da aguardente total retiram-se 10% de cabeça e 10% de cauda, que podem ser reutilizados na produção de novos produtos como vinagre e vinho, ou ainda serem bi-destilados para se obter uma bebida de menor graduação alcoólica e menor valor comercial, ou podem ser descartados. Ao considerar 109,20 litros de aguardente e descontar 20% de cabeça e cauda, tem-se então 87,36 litros de cachaça pura, ou seja, 8,736% de produtividade.

Segundo Beeharry (2001), os valores do teor de carbono (%c) na biomassa seca de cada componente da cana podem ser calculados utilizando o conteúdo total de carbono em cada fração de cana (Cbs) conforme a equação (2) $Cbs = (ybs) \times (\%c)$, com valores procedentes dos cálculos anteriores da porção de biomassa seca (ybs).

Durante a fotossíntese, a cana-de-açúcar utiliza o dióxido de carbono atmosférico - CO_2 -, água, energia na forma de luz solar e cloroplastos para produzir alimento, água (H_2O) e oxigênio (O_2). A equação (3) mostra a conversão do dióxido de carbono para uma molécula de alimento contendo carbono nas proporções indicadas na equação química balanceada (CAMPBELL, 2000).

Equação (3): Conversão do dióxido de carbono em molécula de alimento



O carbono que a biomassa da cana contém é originado do CO₂ atmosférico sequestrado durante a fotossíntese, em proporções estequiométricas de acordo com o peso molecular de CO₂ em relação ao elemento carbono. Usando a metodologia de cálculo do sequestro equivalente de CO₂ (CO₂abs) de um certo conteúdo de carbono, podemos considerar que (Cbs) é o conteúdo total de carbono contido na biomassa e (44/12) é a relação dos pesos estequiométricos do CO₂ (44g) sobre o elemento carbono (12g). O cálculo é feito de acordo com a equação (4) a seguir, em que CO₂abs = (Cbs) x (44/12) (BEEHARRY, 2001).

A cana não só sequestra CO₂ durante o seu cultivo como também emite oxigênio (O₂). Para calcular O₂em, incluem-se os pesos moleculares em gramas (g) verificando se a fórmula química está balanceada. Após calcular quantos gramas de O₂ serão produzidos, conhece-se o sequestro de CO₂ (CO₂abs) da cana-de-açúcar em gramas (g). Os cálculos são feitos de acordo com a equação (5), O₂em = CO₂abs x (192/264) ou,

$$\text{Oxigênio Emitido: } \text{O}_2\text{em} = \frac{\text{gCO}_2}{\text{xgO}_2} = \frac{264 \text{ CO}_2}{192\text{O}_2}$$

4.4 EMISSÕES DIRETAS E INDIRETAS DE CO₂ NO CICLO DE VIDA

Na análise e cálculos contidos neste trabalho, observam-se todas as emissões de CO₂ advindas da liberação do carbono fixado pela cana-de-açúcar no seu crescimento, ou seja, nas raízes, palha, folhas, pontas ou topos que ficam no campo, na fermentação alcoólica, na queima de bagaço em caldeiras, na metabolização do açúcar e da queima do etanol em motores. Essas emissões são compensadas pela fixação da mesma quantidade de carbono na safra seguinte, quando houver novo crescimento da cana e, por isso, não alteram o balanço líquido. O carbono contido na fração da biomassa, de onde se origina o etanol, é derivado do CO₂ absorvido pelas plantas durante a fotossíntese. Esses átomos de carbono são liberados no fim da vida do produto com predominância do CO₂, embora ocorram emissões mínimas de CO₂, hidrocarbonos e metano - CH₄ -. As emissões de CO₂ são balanceadas pelo sequestro que ocorre durante o crescimento e cultivo da cana, mesmo ocorrendo em épocas diferentes (CHOHFI, 2004).

Chohfi (2004) ainda concluiu que o carbono contido na biomassa da cana foi originado do CO₂ atmosférico sequestrado durante a fotossíntese, porém é relevante ressaltar que o carbono voltará para a atmosfera nas mesmas quantidades sequestradas após a colheita.

As emissões de CO₂ provenientes da queima do bagaço da cana serão consideradas neste estudo, no entanto iremos considerar o estudo do retorno do CO₂ referente à biomassa do caldo da cana-de-açúcar, utilizado no fabrico de aguardente.

As atividades de emissões indiretas de CO₂ na produção de aguardente foram apresentadas na Tabela 16, (item 5.4.2), que mostram as atividades de emissão de CO₂ para cada fase, desde o preparo do solo até a produção de aguardente.

Os consumos de diesel são representativos em unidades produtoras de cachaça, e para calcular o CO₂ emitido nessas operações consumidoras de diesel é utilizado o fator de emissão do diesel de Lewandowski *et al.* (1995), conforme os cálculos mostrados no item 5.4.2 em resultados e discussões.

Foram também utilizados os trabalhos de Horta (1987), Macedo (2003) e Chohfi (2004) para obter dados específicos das emissões indiretas referentes ao consumo de diesel que incluem 1) preparação do solo por tratores e máquinas, 2) plantio e transporte de mudas, 3) gestão ou gerenciamento com aplicação, produção e transporte dos insumos agrícolas e emissões do solo e 4) colheita e transporte até a moagem.

Os cálculos das emissões do solo foram baseados nos dados de Lewandowski *et al.* (1995) em que um hectare de plantação, nas condições climáticas da Alemanha, emite 450 kg de CO₂ durante o ciclo de 6 anos ou 75 kg por ano.

4.5 INVESTIMENTOS PREVISTOS ATRAVÉS DO MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO

Para um projeto sustentável receber financiamento através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL - do Protocolo de Kyoto deverá ser feito um projeto e enviado para uma entidade operacional designada. O documento de concepção do projeto deve incluir toda informação sobre o projeto específico de MDL, tais como: a metodologia aprovada e adotada de acordo com a fonte de emissão e descrição de como as emissões de gases de efeito estufa serão reduzidas.

A entidade operacional designada irá analisar o documento durante a fase de validação e, se aceito, será registrado obtendo assim reduções certificadas de emissões - (RCEs) - , ou créditos comercializáveis de carbono.

Independentemente da metodologia utilizada, o documento de concepção do projeto terá que calcular a adição do projeto no cálculo da magnitude dos financiamentos previstos. Um projeto do MDL somente é adicional se reduzir as emissões de gases do efeito estufa, por fontes, para níveis inferiores aos que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto MDL registrada.

4.6 VALOR DA TONELADA DE CARBONO FIXADO

Para as análises econômicas utilizou-se o valor estimado de cada tonelada de carbono fixado em US\$ 15,00 (R\$ 2,30 X US\$ 1,00) – cotação dia 10 de dezembro de 2008, (ESTADÃO, 2008).

4.7 TAXA DE DESCONTO

Visando avaliar a influência da taxa de desconto sobre o resultado econômico, utilizou-se como parâmetro a taxa do Certificado de Depósito Interbancário (CDI) de 13,66%, que é aquela utilizada pelo Banco Central do Brasil – BACEN- para avaliar investimentos (BACEN [2007?]).

4.8 ALÍQUOTAS DE TRIBUTOS

As alíquotas de tributos incidentes sobre a produção de aguardente, utilizadas neste trabalho, são as que incidem sobre um produtor legalizado, conforme Tabela 9.

TABELA 9

Relação de tributos incidentes sobre a atividade de produção de aguardente

TRIBUTOS	ALÍQUOTAS %
LUCRO PRESUMIDO	
Imposto de Renda da Pessoa Jurídica – IRPJ	1,20
Contribuição Social Sobre o Lucro – CSSL	1,08
Programa de Integração Social – PIS	0,65
COFINS	3,00
Imposto Sobre Produtos Industrializados – IPI (R\$ 0,56/R\$ 6,00)	9,33
Previdência Social - PS	
Risco de Acidente do Trabalho – RAT	2,85
Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR	
Salário Educação	-
Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA	5,20
Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS	12
TOTAL DOS TRIBUTOS	35,31

Fonte: Jornal Diário do Comércio – julho 2008

4.9 AVALIAÇÃO ECONÔMICA COM E SEM O CÔMPUTO DO VALOR DO CARBONO

Para determinação da viabilidade econômica da atividade de produção de aguardente de cana-de-açúcar com e sem o cômputo do carbono foi calculado o Valor Presente Líquido (VPL), o período de *payback* e o ponto de equilíbrio em valor e em quantidade.

Os métodos de análise para avaliação de alternativas de investimentos variam desde uma simples sensibilidade do analista até a utilização de sofisticados e complexos modelos matemáticos. Nem todas as técnicas de análise têm uma base conceitual sólida e, nesse universo de instrumentos de decisões, despontam alguns métodos de avaliação de investimento cujo rigor conceitual redundam em sólidas orientações. Os mais utilizados são o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *payback* (BATALHA, 1999).

Neste trabalho foi utilizado o VPL, *Payback* e Ponto de Equilíbrio para demonstrar a viabilidade e o tempo de retorno do investimento, agregando à venda de aguardente os valores de entradas da venda do carbono. Não se procurou demonstrar alternativas de investimentos e sim o retorno que o investimento pode proporcionar. O VPL é um dos principais recursos financeiros de avaliação de investimentos porque analisa o investimento no momento presente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA

Os resultados volumétricos de produção total de aguardente no Brasil, de acordo com a Indústria de Bebidas Muller S/A, que produz e exporta a aguardente 51, é de 1,5 bilhões de litros anualmente e, desse total, 1/3 é de cachaça de alambique, também conhecida como cachaça de qualidade ou artesanal. Considerando que o ciclo de vida da cana é de seis anos, têm-se aproximadamente nove bilhões de litros de cachaça por ciclo.

O valor médio obtido para rendimentos de aguardente, em litros por tonelada e litros por hectare, não levando em consideração a variedade, época de colheita e local, de acordo com a pesquisa de Anjos (2001), é de 60,27 litros de aguardente por tonelada de cana-de-açúcar, que corresponde a 6,027%. Nessas proporções, os valores médios de rendimentos por hectare de aguardente de cana-de-açúcar são de 4.822 litros por hectare.

Ao considerarem-se 20%, conforme foi explicado no item 4.3 de materiais e métodos, tem-se a quantidade de 8.736 litros de aguardente por hectare de cana. Conforme confirmado pelos produtores, da quantidade de litros de vinho que entram no destilador, 80% transformam-se em vinhoto e 20% em aguardente total. Dos 20% de aguardente, 80% são aguardente pura e 20% são divididos: 10% como cabeça e 10% como cauda, conforme TAB.

10.

TABELA 10
Rendimentos de cachaça em litros

Empresa	Capacidade do destilador (litros)	Aguardente total (20%)	Aguardente Pura (80%)	Cabeça (10%)	Cauda (10%)	Vinhoto (80% do caldo)
J. Piva	800	160	128	16	16	640

Fonte: Produtor de aguardente J. Piva 2008

5.2 FIXAÇÃO DO CARBONO PELA CANA-DE-AÇÚCAR

As plantas verdes absorvem dióxido de carbono durante a fotossíntese e o resultado desse efeito, denominado sequestro de carbono, pode ser quantificado através da metodologia de Beeharry (2001), que envolve o processo de fotossíntese da biomassa da cana-de-açúcar. Na presença da luz solar, ela retira o dióxido de carbono da atmosfera e utiliza o carbono para crescer, liberando-o como CO₂ ao final de seu ciclo de vida.

Através dessa metodologia, é realizado um estudo da biomassa vegetal dos componentes da vegetação da planta acima e abaixo do solo e do cálculo do carbono estocado nessa biomassa.

A versátil cana-de-açúcar tem grande potencial fotossintético de alta captura de CO₂, sobressaindo-se à maioria das plantas por três motivos. O primeiro, as plantas do tipo C₃ consomem O₂ e liberam CO₂ num processo chamado de fotorrespiração. Por outro lado, as plantas do tipo C₄, como a cana-de-açúcar e o milho, são capazes de eliminar essa perda de CO₂ liberada pela fotorrespiração das folhas, tendo assim um poder continuado de fixação de carbono. O segundo motivo, que justifica a alta captura de CO₂, é o alto teor de produção de

sacarose na cana-de-açúcar, que sugere alto potencial de captura de CO₂, uma vez que a sacarose é uma fonte de carbono. O terceiro é o fato de a cana ser competitiva em países de alta incidência solar, pelo papel fundamental da luz solar na fotossíntese (ALEXANDER, 1973).

5.3 O SEQUESTRO DE CO₂ PELA BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Nos cálculos de sequestro foram considerados os dados de produção de 125.200 (80 toneladas colmos + 56,5%) toneladas de cana-de-açúcar na primeira safra e o sequestro de CO₂ pelas raízes apenas na primeira colheita, conforme Tabela 08, coluna Y Total.

No cálculo da matéria seca (Y_{bs}), para cada um dos componentes da biomassa de cana-de-açúcar, segue-se a metodologia mostrada no capítulo anterior, item 4.3. A fórmula de cálculos é demonstrada, a seguir, utilizando-se a aguardente como exemplo e os resultados dos cálculos são apresentados na Tabela 11 para apenas um corte.

Equação 1 - Biomassa Seca

$$Y_{bs} = Y \text{ Total} \times (1 - u \%)$$

$$\text{Aguardente: } (13/156,5) \times 125.200 = 10.400 \times (1 - 0,90) = 1.040 \text{ kg de massa seca}$$

TABELA 11

Produção Total de Biomassa seca em kg para produção de aguardente de um corte, considerando 125.200 toneladas/hectare/safra e 80 toneladas de colmos/hectare.

	Composição da Cana-de-Açúcar	Fração Biomassa (%)	Y Total (Kg/ha/Safra)	Umidade (%)	Ybs (Kg/ha/Safra)
	Vinhoto	3	2.400	97	72,0
Biomassa	Água	49	39.200	100	0
Moagem	Bagaço	35	28.000	53	13.160,0
	Aguardente	13	10.400	90	1.040,0
	Subtotal	100	80.000		14.272,0
Biomassa	Topo e Folhas	31,3	25.040	68	8.012,8
no	Palha	10,2	8.160	19,3	6.585,2
Campo	Raízes	15,0	12.000	70,0	3.600,0
	Subtotal	56,5	45.200		18.198,0
Total		156,5	125.200		32.470,0

Fonte: Adaptado de Chohfi (2004)

5.3.1 Sequestro e emissão equivalente de carbono da biomassa da cana-de-açúcar

No cálculo do conteúdo de carbono (Cbs) e do sequestro de CO₂ (CO₂abs) da biomassa de cana-de-açúcar, seguem-se os passos mostrados e explicados na metodologia, conforme as equações (2) e (3). Além disso, é demonstrado um exemplo de cálculo para a aguardente. Os resultados dos cálculos, para cada componente da biomassa de apenas uma colheita, estão apresentados na tabela 12. Na tabela 13 estão os cálculos para cada componente da biomassa de seis anos, ou um ciclo de vida da cana-de-açúcar. A tabela 14 mostra o resumo do sequestro equivalente para um ano e seis anos.

Equação (2) e (3) Carbono na Biomassa seca

$$C_{bs} = Y_{bs} \times (\% C) \text{ e } CO_2C_{bs} = C_{bs} \times (44/12)$$

Considerando-se a aguardente, tem-se:

Equação 2: $(1.040) \times 0,50 = 520 \text{ KgC} \times (44/12) = 1.906,67 \text{ KgCO}_2$ de equivalente sequestro

Equação 3 - $(1.906,67 \text{ gCO}_2 / x \text{ gO}_2 = 264 \text{ g CO}_2 / 192 \text{ gO}_2)$

$$x \text{ gO}_2 = 1.906,67 \times (192/264) = 1.386,67 \text{ kgO}_2 \text{ de emissão equivalente de O}_2.$$

TABELA 12

Sequestro equivalente de CO₂ no 1º. corte da biomassa da cana-de-açúcar para produção de aguardente, considerando 80 toneladas de colmos/hectare/safra ou 125.200 toneladas de cana total/hectare/safra.

	Composição da Cana-de- Açúcar	Ybs (Kg/ha/Safra	(% C)	(Cbs)	(CO ₂ Abs)	(O ₂ Emitido)
	Vinhoto	72	49	35,28	129,36	94,08
	Água	0	0	0	0	0
Biomassa Moagem	Bagaço	13.160,0	49,5	6.514,2	23.885,4	17.371,2
	Aguardente	1.040,0	50	520,0	1.906,67	1.386,67
	Subtotal	14.272,0	49,54	7.069,48	25.921,43	18.851,95
	Topo e	8.012,8	49,3	3.950,31	14.484,47	10.534,16
Biomassa no Campo	Folhas					
	Palhas	6.585,2	49,0	3.226,75	11.831,41	8.604,66
	Raízes	3.600,0	49,0	1.764,0	6.468,0	4.704,0
	Subtotal	18.198,0	49,1	8.941,06	32.783,88	23.842,82
Total		32.470,0	49,3	16.010,54	58.705,31	42.694,77

Fonte: Adaptado de Chohfi (2004)

TABELA 13

Sequestro equivalente de CO₂ num ciclo de vida de seis anos/cortes da biomassa da cana-de-açúcar para produção de aguardente, considerando 80 toneladas de colmos/hectare/safra ou 125.200 toneladas de cana total/hectare.

Composição da Cana-				
de-Açúcar		(Cbs)	CO ₂ abs	(O ₂ Emitido)
Biomassa da Moagem	Vinhoto	211,68	776,16	564,48
	Água	0	0	0
	Bagaço	39.085,2	143.312,4	104.227,2
	Aguardente	3.120	11.440,02	8.320,02
	Subtotal	42.416,88	155.528,58	113.111,70
Biomassa no Campo	Topo e Folhas	23.701,86	86.906,82	63.204,96
	Palha	19.360,5	70.988,46	51.627,96
	Raízes	10.584,0	38.808,0	28.224,0
	Subtotal	53.646,36	196.703,28	143.056,92
Total		96.063,24	352.231,86	256.168,62

Fonte: Adaptado de Chohfi (2004)

O demonstrativo do balanço de massa dos valores totais de sequestro de CO₂ de uma plantação de cana-de-açúcar é obtido através dos valores contidos na Tabela 14, os quais são utilizados na obtenção do total de sequestro da biomassa em uma colheita e em seis colheitas, na fabricação da aguardente. O bagaço, topos e folhas e a palha são componentes de maior conteúdo de carbono e, conseqüentemente, os que sequestram mais CO₂. O vinhoto e a aguardente contêm menores teores de carbono do que o restante da biomassa da cana-de-açúcar, como pode ser visto através do seu baixo sequestro.

TABELA 14

Demonstrativo resumido do sequestro equivalente de CO₂ da biomassa da cana-de-açúcar.

Composição da Cana-de-açúcar	KgCO ₂ /ha. Sequestro no 1º. ano/corte.	KgCO ₂ /ha. Sequestro no 6º. ano/corte.
Vinhoto	129,36	776,16
Água	0	0
Bagaço	23.885,4	143.312,4
Aguardente	1.906,67	11.440,02
Subtotal	25.921,43	155.528,58
Topo e Folhas	14.484,47	86.906,82
Palha	11.831,41	70.988,46
Raízes	6.468,0	38.808,0
Subtotal	32.783,88	196.703,28
Total	58.705,31	352.231,86

Fonte: Adaptado de Chohfi (2004)

O sequestro total para o ciclo de vida da cana-de-açúcar de seis anos é 352.231,86 KgCO₂/ha. e 58.705,31 para o 1º. corte/ano ($58.705,31 \times 6 = 352.231,86$). Pode-se concluir que na coluna CO₂abs estão contidos os resultados do sequestro equivalente de CO₂ da biomassa da cana-de-açúcar na fabricação de aguardente, destacando também o bagaço, a palha, topos e folhas, por hectare, com produção média de 80 toneladas de colmos, incluídos dentro das fronteiras de um ciclo de vida de seis anos de produção de cana-de-açúcar e aguardente, conforme Tabelas 12, 13 e 14.

5.4 A EMISSÃO DE CO₂ NA PRODUÇÃO DE AGUARDENTE.

A emissão de CO₂ é calculada de acordo com a primeira colheita para produção de aguardente e será claramente dividida em emissão que advém da própria biomassa da cana-de-açúcar e emissão que resulta de atividades e processos indiretos necessários à produção de aguardente no cálculo da emissão de CO₂.

5.4.1 Emissão de CO₂ através do uso da biomassa da cana-de-açúcar

Na Tabela 15 são apresentados os resultados da emissão direta de CO₂ advinda do retorno do carbono contido na biomassa da cana-de-açúcar, após a colheita, em que será considerada a emissão de CO₂ para biomassa incluída dentro das fronteiras da avaliação de uma safra e também para um ciclo de seis anos/safras. Neste caso exclui-se a aguardente dos cálculos porque ela vai ser bebida e não entra no cálculo das emissões.

TABELA 15

Resumo das emissões diretas de CO₂ da biomassa da cana-de-açúcar.

Composição da cana-de-açúcar	KgCO ₂ /ha. Emissão no 1º. ano/corte.	KgCO ₂ /ha. Emissão no 6º. ano/corte.
Vinhoto	129,36	776,16
Água	0	0
Bagaço	23.885,40	143.312,40
Subtotal	24.014,76	144.312,40
Topo e Folhas	14.484,47	86.906,82
Palha	11.831,41	70.988,46
Raízes	6.468,00	38.808,00
Subtotal	32.783,88	196.703,28
Total	56.798,64	340.791,84

Fonte: Elaborada pelo autor

Os componentes da cana-de-açúcar, como a palha, topos e folhas, bagaço, são os que mais emitem CO₂ direto, observando-se que as raízes, aguardente e o vinhoto têm emissões mais baixas isoladamente.

5.4.2 Emissões de CO₂ por Fontes Indiretas

Admitiram-se para fins dos cálculos, neste item, os fatores de emissão de CO₂ e o consumo do combustível diesel de acordo com Horta (1987) e Macedo (2003). Cada uma das atividades emissoras está descritas na Tabela 16, mostrando os resultados de cálculos da emissão indireta em KgCO₂ por hectare para cada atividade emissora.

TABELA 16

Emissões indiretas de CO₂ por hectare plantado e colhido, de cana-de-açúcar, para um ciclo de seis anos/corte.

Emissões Indiretas (kg CO ₂ / ha.)	Kg CO ₂ /ha. 1º. Corte	Kg CO ₂ /ha. 6º. corte
Fase (1) - Preparo do campo		
Preparo do solo usando tratores e máquinas.	46,95	46,95
Fase (2) – Plantio		
a) Transporte e plantio de mudas.	59,1	59,1
Fase (3) - Gestão ou Gerenciamento da plantação		
a) Aplicação de calcário, herbicida, torta, vinhoto, adubo*;	303,65	678,65
b) Produção mecanizada de insumos: calcário, herbicidas, inseticidas;		
c) Transporte de insumos: calcário, herbicida, vinhoto, inseticidas;		
d) Emissões do solo (450 kg por ciclo de seis anos).		
* Aplicações com máquinas		
Fase (4) – Colheita e Transporte até a moagem		
a) Transporte até a moagem em caminhões carregadores;	163,89	983,34
Total	573,5	1.768,04

Fonte: Elaborada pelo autor

Os valores da Tabela 16 estão expressos na relação litros por kg de CO₂ emitidos na combustão de uma atividade que usa óleo diesel como combustível.

Na fase 01 admitiram-se as máquinas e tratores na preparação do campo para plantio da cana para um corte e o mesmo valor para seis cortes, por ocorrer apenas uma vez durante o ciclo (HORTA, 1987).

Na fase 02 admitiu-se também, para um e seis cortes, o plantio dos colmos, o mesmo valor, por ocorrer apenas uma vez durante o ciclo (EQUIPAV, [2003?]).

Na fase 03 foram consideradas as atividades de produção e aplicação dos insumos agrícolas e 75 kg nas emissões do solo para um corte (EQUIPAV, [2003?]). Para seis cortes,

consideram-se os mesmos valores para produção e aplicação de um corte e 450 kg nas emissões do solo (LEWANDOWSKI, *et al.* 1995).

Na fase 04 foi considerado apenas o transporte da plantação de cana, da lavoura até a moagem, para um corte, e o valor multiplicado por seis, para seis cortes (HORTA, 1987).

Na Tabela 16 estão apresentadas as emissões de CO₂ por hectare plantado e colhido de cana-de-açúcar para um ciclo de seis anos/corte.

Na Tabela 17 estão relacionados os fatores de conversão de kg para litros usados na emissão de CO₂.

TABELA 17

Fatores de emissão de CO₂ para cálculos das emissões indiretas

Fontes de Emissão	kg CO ₂	Unidade medidas específica
Diesel	2,91	Kg / L
Gás natural	2,11	Kg / m ³
	2,68	Kg / Kg
Solo	450	Kg / ha/ciclo de vida

Fonte: Adaptado de Lewandowisk *et al.* (1995)

Os demonstrativos de cálculos das fases emissoras indiretas são apresentados a seguir, desde o uso de equipamentos e máquinas agrícolas para preparação do campo e demais atividades, até o processo de fabricação de aguardente no alambique.

5.4.2.1 Preparação do campo para plantio

As atividades de preparação do solo, antes do plantio utilizando máquinas e tratores, consistem em produção e manutenção de equipamentos; máquinas agrícolas; gradagem e subsolagem, que emitem CO₂ durante as operações no campo e nas oficinas.

A Tabela 18 mostra as emissões indiretas de CO₂ dos veículos, equipamentos e máquinas utilizadas nos transportes, preparo do solo e em outras operações das atividades agrícolas.

TABELA 18

Emissão de CO₂ durante as operações de tratores e máquinas agrícolas usadas no preparo do solo para plantio

Operações preparatórias para o plantio	Consumo Litros/tonelada	Consumo Litros/hectare	Emissão KgCO ₂ /hectare
Grade pesada 1	0,0447 L/tC	3,58	10,42
Grade pesada 2	0,0447 L/tC	3,58	10,42
Grade intermediaria	0,0154 L/tC	1,23	3,58
Grade niveladora	0,0788 L/tC	6,30	18,33
Subsolagem	0,0181 L/tC	1,45	4,22
Total	0,2017 L/tC	16,14 L/ha.	46,95 KgCO₂/ha.

Fonte: Adaptado de Chohfi (2004)

Cálculo: 0,2017 L/TC x 80 TC/ha. = 16,14 L/ha. x 2,91 KgCO₂/L = 46,95 KgCO₂/ha.

Todas as atividades de preparação do solo emitem CO₂; embora em menor quantidade, não deixam de ser relevantes.

5.4.2.2 Plantio dos colmos

Nesse item se incluem os cálculos de emissões de arar a terra, sulcação, transporte e cobertura dos colmos. É uma atividade de emissão baixa e ocorre apenas uma vez durante o ciclo, conforme Tabela 19.

TABELA 19

Emissão de CO₂ durante as operações de plantio

Operações de plantio	Litros/tonelada	Litros/hectare	KgCO ₂ /hectare
Sulcação	0,0414	3,31	9,63
Cobertura de sulcos	0,0121	0,968	2,82
Transporte dos colmos	0,20	16	46,56
Totais	0,2535 L/TC	20,28 L/ha	59,01 KgCO ₂ /ha

Fonte: Adaptado de Chohfi (2004)

Cálculo: $0,2535 \text{ L/TC} \times 80 \text{ TC/ha} = 20,28 \text{ L/ha} \times 2,91 \text{ KgCO}_2/\text{L} = 59,01 \text{ KgCO}_2/\text{ha}$

5.4.3 Gestão e Gerenciamento da plantação

O manejo da cultura de cana-de-açúcar requer os seguintes procedimentos: aplicação, produção e transporte dos insumos. Na aplicação, foi levada em consideração a emissão de CO₂ durante as operações dos tratores e máquinas agrícolas. Na produção,

considerou-se a fabricação dos insumos em suas fabricas e, no transporte, considerou-se o transbordo dos insumos até a lavoura de cana.

5.4.3.1 Emissão dos tratores e máquinas agrícolas na aplicação dos insumos agrícolas.

Para aplicação dos insumos, são utilizados tratores e máquinas agrícolas, conforme as operações de aplicação a abaixo, (EQUIPAV [2003?]).

O resultado das emissões indiretas relativas aplicações, para 1°. e 6°. cortes/anos é confirmado pelo cálculo: $0,4109 \times 80TC = 32,94 \text{ L/ha.} \times 2,91 \text{ KgCO}_2/\text{L} = 95,85 \text{ CO}_2/\text{ha.}$

(TAB. 20)

TABELA 20

Emissões indiretas de CO₂ nas aplicações para 1°. corte/ano

Aplicações	Litros/tonelada	Litros/hectare	KgCO ₂ /hectare
Aplicação de Calcário	0,0044	0,35	1,024
Aplicação de Herbicidas	0,0039	0,31	0,9079
Aplicação de Torta	0,1172	9,38	27,28
Aplicação de Vinhoto	0,1516	12,13	35,3
Aplicação de Adubo	0,1342	10,77	31,24
Totais	0,4109 L/TC	32,94 L/ha.	95,85 KgCO ₂ /ha.

Fonte: Adaptado de CHOIFI (2004)

5.4.3.2 Produção de insumos agrícolas

No cálculo da emissão ocasionada pela produção dos insumos, foi considerada a emissão durante a fabricação de herbicida, calcário e inseticida (HORTA, 1987). (Tabela 21)

TABELA 21

Emissões indiretas de CO₂ nas produções

Produções	KgCO ₂ /Tonelada de cana	KgCO ₂ /hectare de cana
Produção de Calcário	0,51	40,80
Produção de Herbicidas	1,09	87,20
Produção de Inseticida	0,06	4,80
Totais	1,66 KgCO ₂ /Tc	132,80 KgCO ₂ /ha.

Fonte: Adaptado de CHOEFI (2004)

O cálculo das emissões indiretas durante as produções é $1,66 \text{ KgCO}_2/\text{TC} \times 80 = 132,80 \text{ CO}_2/\text{ha}$. para 1º. e 6º. cortes.

5.4.3.3 Emissões do solo

O solo emite em média 75 KgCO₂/ha. durante uma safra e 450 KgCO₂/ha. durante o ciclo da vida da cana-de-açúcar, valores que serão utilizados no cálculo de emissão equivalente de CO₂ para 1º. e 6º. corte (LEWANDOWSKI, *et al.*1995).

5.4.4 Colheita

Máquinas colhedoras, caminhões carregadores, treminhões ou tratores com carreta a reboque são utilizados normalmente em operações que emitem CO₂ durante a fase da colheita mecanizada, que é pouco utilizada no sul de Minas Gerais devido às características montanhosas da região. Portanto, serão considerados os dados de consumo de combustível para efeito dos cálculos das emissões de CO₂ durante a colheita e transporte, aquele realizado por caminhões transportadores de colmos. O transporte dos colmos da lavoura até a moagem, feito em caminhões, consome 0,704 L/TC de combustível diesel (HORTA, 1987).

No cálculo das emissões indiretas durante a colheita, carregamento e transporte dos colmos para moagem têm: $0,704\text{L/TC} \times 80\text{TC} = 56,32\text{L/ha.} \times 2,91 = 163,89 \text{ KgCO}_2/\text{ha.}$ para cada corte durante o ciclo de vida. Para a emissão total durante um ciclo de 6 (seis) anos, considerou-se a emissão $163,89 \text{ CO}_2/\text{ha.} \times 6 \text{ (seis),}$ e o valor total altera para $983,34 \text{ CO}_2/\text{ha.}$ (Tabela 22).

TABELA 22

Emissão de CO₂ durante o transporte da colheita da cana-de-açúcar

Colheita	Litros/tonelada	Litros/hectare	KgCO ₂ /hectare
Caminhões carregadores	0,704	56,32	163,89
Totais	0,704	56,32	163,89

Fonte: Adaptado de CHOHI (2004)

Os resultados resumidos dos cálculos das emissões indiretas e a descrição das atividades podem ser verificados na Tabela 23.

TABELA 23

Resumo das emissões diretas de CO₂ da biomassa da cana-de-açúcar e das emissões indiretas advindas das atividades de cultivo, manejo e colheita.

Composição da cana-de-açúcar	KgCO ₂ /ha. Emissão no 1º. ano/corte.	KgCO ₂ /ha. Emissão no 6º. ano/corte.
Vinhoto	129,36	776,16
Água	0	0
Bagajo	23.885,40	143.312,40
Subtotal	24.014,76	144.312,40
Topo e Folhas	14.484,47	86.906,82
Palha	11.831,41	70.988,46
Raízes	6.468,00	38.808,00
Subtotal	32.783,88	196.703,28
Total das emissões diretas	56.798,64	340.791,84
Total das emissões indiretas	573,5	1.768,04
Total das emissões	57.372,14	342.559,88

Fonte: Adaptado de Chohfi (2004)

As emissões diretas ocorrem de forma involuntária sem a ação do homem, e as emissões indiretas ocorrem pela interferência direta do homem no processo da cultura da cana-de-açúcar, como a produção de máquinas, tratores, equipamentos, defensivos agrícolas, fertilizantes e transportes.

5.5 BALANÇO DE MASSA DOS FLUXOS ENTRE EMISSÃO E SEQUESTRO DE CO₂

Na linguagem contábil, se o resultado (sequestro total - emissão total) do balanço de massa for positivo será definido como crédito de CO₂ (*superávit*), se for negativo será definido como débito de CO₂ (*déficit*). Na Tabela 24 é mostrado o balanço de massa dos fluxos entre emissão e o sequestro.

Qualquer sistema produtivo que usa combustíveis fósseis como fonte de energia incorre em emissões diretas e indiretas. Por isso, foram consideradas as emissões indiretas resultantes da fração desses combustíveis utilizados na produção de cachaça.

Na metodologia de cálculo da emissão total de dióxido de carbono, levou-se em conta a colheita de uma safra e o ciclo da vida da cana-de-açúcar, que dura seis anos.

A atividade de produção de cachaça em alambiques requer a ocupação de uma área, consumo de recursos naturais, preparo do solo, gradagem, transportes, destilação e, conseqüentemente, todas estas fases liberam a sua porcentagem de poluição.

TABELA 24

Resumo do balanço de emissão e sequestro

Resumo	KgCO ₂ /ha./safra	KgCO ₂ /ha/ 6 safra
Sequestro total	58.705,31	352.231,86
Emissões diretas e indiretas totais	57.372,14	342.559,88
Resultado	1.333,17	9.671,98

Fonte: Adaptado de CHOIFI (2004)

O total das emissões diretas é 340.791,84 KgCO₂/ha./ciclo, e das emissões indiretas é 1.768,04 KgCO₂/ha./ciclo, totalizando 342.559,88 KgCO₂/ha./ciclo de cana-de-açúcar. O total do sequestro é igual 352.231,86 KgCO₂/ha./ciclo de cana-de-açúcar.

Onde:

Balanco de massa de CO₂ = Sequestro – Emissões

Balanco de massa de CO₂ = 352.231,86 – 342.559,88 = 9.671,98 KgCO₂/ha/ciclo. Como este valor é positivo, podemos considerar que o resultado do balanço de sequestro é de 1.333,17 KgCO₂/ha. na primeira safra ou corte é de 1.667,76 KgCO₂/ha para cada uma das 5 (cinco) safras ou cortes seguintes. Considerando os 9.671,98 KgCO₂/ha. durante o ciclo de 6 (seis) anos, e que cada hectare produz em media 80 toneladas de colmos limpos, temos 9.671,98 KgCO₂/6 safras/80 toneladas/109 litros de aguardentes = 0,185 KgCO₂ por litro de aguardente produzida.

O balanço de massa entre emissão e sequestro de CO₂ na produção de aguardente dá a entender que mais CO₂ é sequestrado do que emitido, o que gera um *superávit* de emissão. O resultado foi obtido considerando-se as emissões diretas da biomassa da cana-de-açúcar e indiretas procedentes dos combustíveis fósseis utilizados desde a preparação do solo até a moagem da cana.

5.6 VIABILIDADE ECONÔMICA DO BALANÇO DE MASSA ENTRE EMISSÃO E SEQUESTRO DE CO₂ NA PRODUÇÃO DE AGUARDENTE

Observando o resultado do balanço de emissão e sequestro de carbono, percebe-se que, por safra de cana-de-açúcar contabilizam-se 9.671,98 toneladas de carbono, por hectare, que podem ser negociadas diretamente com empresas ou na BM&F.

Para verificar a viabilidade econômica do CO₂, simularemos um demonstrativo de resultados de um exercício da empresa J. Piva, com os dados obtidos da proprietária. A empresa é produtora de cachaça no Km 10 da rodovia Poços de Caldas/Divinolândia, Estado de São Paulo, e comercializa boa parte de sua produção em Poços de Caldas – MG.

A produção anual é de 30.000 litros de aguardente. O preço de venda em 2008 é de R\$ 6,00/litro à vista; regime de tributação é pelo lucro presumido com taxa de 5,93% (Alíquota de Imposto de Renda de 1,20%, PIS 0,65%, Contribuição Social 1,08% e Cofins 3,00%). Recolhe Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) com alíquota de 12% e Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI), de R\$ 0,56/litro.

A propriedade produz dois hectares de cana-de-açúcar, e compra, em média, anualmente 128 toneladas. Considera-se o valor médio de U\$ 15,0 como preço de venda por tonelada de carbono e a conversão do dólar a R\$ 2,30 em 10 de dezembro de 2008.

Os custos de produção de uma tonelada de cana chegam a R\$ 50,00 enquanto o mercado paga apenas R\$ 32,00/tonelada (PERINA JUNIOR, 2008).

O produtor J. Piva planta e colhe dois alqueires de cana-de-açúcar anualmente, ao custo de R\$ 50 por tonelada, em média. De acordo com as informações, temos: $160 \text{ TC} \times \text{R\$ } 50,00 + 128 \text{ TC} \times \text{R\$ } 50,00 = \text{R\$ } 14.600,00$. Gasta aproximadamente R\$ 10.496,00 em

manutenção e outras despesas por safra. Serão considerados R\$ 24.896,00 (R\$ 14.600,00 + R\$ 10.496,00) como custos dos produtos vendidos – CPV -.

5.6.1 Demonstrativos de Resultados com e sem o cômputo do carbono

Nas Tabelas 25 e 26 são apresentadas as simulações dos Demonstrativos de Resultados da J. Piva em 2008, considerando-se a venda de 30.000 litros de aguardente a R\$ 6.00/litro. Venda de 9.671,98 toneladas de carbono por hectare/safra a R\$ 34,50/tonelada, impostos de 35,31% incidentes sobre a aguardente e custos dos produtos vendidos, de R\$ 24.896,00. Valor médio do dólar em 10/12/08 é R\$ 2,30. Consideraram-se US\$ 15,00 como preço de venda da tonelada de carbono, e cálculos para seis hectares.

TABELA 25

Demonstrativo de Resultado sem o cômputo do carbono

J. PIVA	1º. Ano Valores em reais	1º. Corte Valores em reais	6º. Corte Valores em reais
Receita de aguardente		180.000,00	1.080.000,00
Tributos = 35,31%		63.558,00	381.348,00
Receita Líquida		116.442,00	698.652,00
Custos dos Produtos Vendidos	24.896,00	24.896,00	149.376,00
Lucro Bruto	- 24.896,00	91.546,00	549.276,00

Fonte: Elaborada pelo autor

TABELA 26

Demonstrativo de Resultado com o cômputo do carbono

J. PIVA	1º. Ano Valores em reais	1º. Corte Valores em reais	6º. Corte Valores em reais
Receita de aguardente		180.000,00	1.080.000,00
Receita de carbono *	2.002,10	2.002,10	12.012,60
Receita Bruta		182.002,10	1.092.012,60
Tributos = 35,31%		64.264,94	385.589,65
Receita Líquida		117.737,16	706.422,95
Custos dos Produtos Vendidos	- 24.896,00	24.896,00	149.376,00
Lucro Bruto	- 22.893,90	92.841,16	557.046,95

Fonte: Elaborada pelo autor

* Valor médio do dólar em 10/12/08 = R\$ 2,30; Preço de venda US\$ 15,00; Cálculo para 01 e 06 alqueires.

5.7 ANÁLISE DO INVESTIMENTO

A estrutura patrimonial de uma empresa é representada pelo conjunto de seus ativos, passivos e patrimônio líquido. Podem ser consideradas, também como ativos, as habilidades humanas e competências tecnológicas. Tanto a estrutura patrimonial quanto as competências e habilidades são resultados de um longo processo de investimentos diversos ao longo do tempo de vida da entidade.

Os investimentos surgem ao longo da vida da empresa e cabe aos seus administradores avaliar e determinar quais devem ser aproveitados e quais serão declinados. A administração é a responsável pela formação do capital da empresa e pela determinação de

suas potencialidades e fraquezas. As decisões de investimentos devem ser tomadas com bastante cautela e acompanhadas de procedimentos de análise que forneçam um conjunto de informações que os administradores possam entender e tomar a decisão correta, por envolver em sua maioria, decisões de desembolso de capital (BATALHA, 1999).

5.8 ANÁLISE DO INVESTIMENTO PELO VPL, *PAYBACK* E PONTO DE EQUILÍBRIO.

Um investimento para plantar um hectare de cana-de-açúcar custa em média R\$ 4.000,00/ha. A Taxa Mínima Atrativa – TMAR - de retorno considerada na análise desse investimento é a taxa do Certificado de Depósitos Interbancários (CDI), de 13,66%, ao ano, informada pelo Banco Central do Brasil (BACEN), que é o dobro de 6,17% a.a., ou seja, a mesma taxa com que o Governo Federal remunera a poupança.

Um hectare produz em média 80 toneladas de colmos de cana. Uma tonelada de colmo produz 546 litros de caldo e esse caldo produz 109 litros de aguardente total e 437 litros de vinhoto. Considerando que o preço de venda da J. Piva é de R\$ 6,00/litro e que as entradas de caixa desse investimento ocorrem geralmente após o primeiro ano, com a venda da aguardente, percebe-se que a atividade de produção de aguardente em conjunto com a venda dos créditos de carbono é viável porque a taxa de retorno desse investimento sem o cômputo da venda do carbono é de 51,57% a.a, e 37,90% maior que, a taxa do CDI.

$$\text{Rentabilidade} = \text{Lucro líquido} / \text{Receita bruta} \times 100$$

$$\text{Rentabilidade} = 92.389,86 / 180.000,00 \times 100 = 51,57\%$$

$$\text{Comparação} = 51,57\% - 13,66\% = 37,90\%$$

5.8.1 Análise do Investimento pelo Valor Presente Líquido (VPL)

Pelo método do valor presente líquido – VPL - e considerando o investimento inicial de R\$ 45.000,00, podemos perceber que o negócio é rentável porque o retorno é alto em relação à taxa do CDI de 13,66% a.a., que é considerada uma das melhores taxas de retorno disponível a poucos. Os valores aproximados podem ser analisados conforme planilha abaixo.

TABELA 27
Cálculo do VPL – Valor Presente Líquido

Período / Fluxo de entrada e saída	R\$
ANO 0 – Investimento inicial – Sem colheita	-15.000,00
ANO 1 – Colheita – Compra - Manutenção	-30.000,00
ANO 2 – Colheita – Processamento (Receitas-custos)	92.839,86
ANO 3 - Colheita – Processamento (Receitas-custos)	92.839,86
ANO 4 - Colheita – Processamento (Receitas-custos)	92.839,86
ANO 5 - Colheita – Processamento (Receitas-custos)	92.839,86
ANO 6 - Colheita – Processamento (Receitas-custos)	92.839,86
Valor presente dos benefícios líquidos de caixa	256.333,49
Valor presente dos benefícios líquidos sem o investimento inicial	241.333,49

Fonte: Elaborada pelo autor

De acordo com Assaf Neto (2006), o Índice de Lucratividade - IL -, ou índice de valor presente, é uma variante do método do Valor Presente Líquido, que é determinado por meio da divisão do valor presente dos benefícios líquidos de caixa pelo valor presente dos dispêndios (desembolso de capital), ou seja:

IL = Valor presente dos benefícios líquidos de caixa / Valor presente dos desembolsos de caixa

Então, no caso do fluxo da J. Piva proposto, e considerando a taxa de atratividade de 13,66 % a.a, ficaria: $IL = 256.333,49 / 24.896,00$. Isso resultaria em 10,296171 sugerindo, portanto, que o investimento proporciona R\$ 9,296171 para cada R\$ 1,00 despendido. Em

outras palavras, a lucratividade do investimento expressa em termos de valor presente é de 929.6171%. Isso pode ser entendido como algo extraordinário.

5.8.2 Análise do Investimento pelo *Payback* (Tempo de retorno)

Pelo método *Payback* pode-se conhecer, em anos, o tempo que se levará para obter o valor investido de volta de acordo com a taxa atrativa. Esse método, como foi explicado anteriormente, é pouco usado porque não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, terminando no momento que o valor aplicado é completado.

Para entendimento deve-se supor um investimento qualquer de R\$ 50.000,00 com retorno de R\$ 18.000,00 no primeiro ano, R\$ 17.000,00 no segundo, R\$ 15.000,00 no terceiro, R\$ 10.000,00 no quarto e R\$ 10.000,00 no quinto ano, conforme (Tabela 28).

TABELA 28

Análise de investimento pelo método de *Payback*

Investimento Inicial R\$ 45.000,00	
Período	Entradas
1º. Ano	R\$ 18.000,00
2º. Ano	R\$ 17.000,00
3º. Ano	R\$ 15.000,00
4º. Ano	R\$ 10.000,00
5º. Ano	R\$ 10.000,00
Total	R\$ 70.000,00

Fonte: Adaptado de Gitman (2007)

Pode-se observar que o tempo de retorno desse investimento é 3 (três) anos, ou seja, somando as entradas do 1º. , 2º. e 3º. Anos, teremos R\$ 45.000,00, que é o total do valor inicial aplicado. Os outros valores excedentes não são considerados para efeito de análise de *payback*, o que mostra uma das deficiências do método. No caso da J. Piva, o investimento retorna no segundo ano com as primeiras vendas de aguardente (GITMAN, 2004).

5.9 PONTO DE EQUILÍBRIO

Para determinar o ponto de equilíbrio, consideraram-se como custos variáveis totais os valores dos tributos e dos custos dos produtos vendidos com e sem o cômputo dos valores de vendas do carbono fixado. Os custos fixos totais foram determinados por dedução, tentativas e erros, aplicando a fórmula (item 3.4.7.3), e os dados demonstrados na TAB. 30.

Para determinar os custos unitários, utilizou-se o custo variável total, o custo fixo total, sem e com carbono, divididos individualmente pela produção total anual de aguardente (30.000 litros), conforme Tabela 29.

TABELA 29

Demonstrativo de Custos Variáveis e Fixos expressos em reais (R\$).

Tipos de Custos	Sem Carbono	Com Carbono
Tributos	63.558,00	64.264,86
Custos Produtos Vendidos	24.896,00	24.896,00
Custos Variáveis Totais	88.454,00	89.160,23
Custo Variável Unitário	2,95	2,97
Custos Fixos Totais	7.500,00	7.500,00
Custo Fixo Unitário	0,25	0,25

Fonte: Elaborada pelo autor

TABELA 30

Valores unitários com seus percentuais para cálculo do ponto de equilíbrio, em valor e em quantidade, sem e com cômputo do carbono, expressos em reais (R\$).

Itens	Sem		Com	
	Carbono R\$	Análise Vertical %	Carbono R\$	Análise Vertical %
Preço de Venda Unitário	6,00	100 %	6,00	100 %
Custo Variável Unitário	2,95	49,14 ou 0,4916	2,97	49,53 ou 0,4953
Margem de Contr. Unitária	3,05	50,86 ou 0,5086	3,03	50,50 ou 0,5050
Custo Fixo unitário	0,25	4,16 ou 0,0416	0,25	4,16 ou 0,0416
Lucro (Prejuízo) Final	2,80	46,67 ou 0,4667	2,78	46,33 ou 0,4633

Fonte: Elaborada pelo autor

Sem o cômputo do carbono, o ponto de equilíbrio em quantidade produzida, necessário para cobrir os custos totais, é de 14.754,10 litros de aguardente, e valor total de R\$ 88.524,59. O produtor começa a obter lucro ao vender 14.755,10 litros, conforme Tabela 31.

TABELA 31

Demonstração do ponto de equilíbrio em valor e em quantidade, sem o cômputo do carbono fixado.

Para produzir	1 litro	2 litros	14.754,10 litros	14.755,10 litros
Preço de Venda	6,00	12,00	88.524,59	88.530,60
Custo Variável	2,95	5,897	43.524,59	43.527,55
Margem de Contribuição	3,05	6,103	45.000,00	45.003,05
Custos Fixos Totais	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00
Lucro (Prejuízo) Final	(44.996,95)	(44.993,89)	0,00	3,05

Fonte: Elaborada pelo autor

A Tabela 32 mostra a quantidade e valores necessários de produção, com cômputo do carbono fixado de 14.851,48 litros de aguardente, com valor total de receita de R\$ 89.108,89. Mostra também que o lucro começa na primeira unidade vendida logo acima do ponto de equilíbrio.

TABELA 32

Demonstração do ponto de equilíbrio, em valor e em quantidade, com o cômputo do carbono fixado.

Para produzir	1 litro	2 litros	14.851,48 litros	14.852,48 litros
Preço de Venda	6,00	12,00	89.108,89	89.114,88
Custo Variável	2,97	5,94	44.108,89	44.111,85
Margem de Contribuição	3,03	6,06	45.000,00	45.003,03
Custo Fixo Total	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00
Lucro (Prejuízo) Final	(44.996,97)	(44.993,94)	0,00	3,03

Fonte: Elaborada pelo autor

Para atingir o ponto de equilíbrio, com e sem o carbono, de um ciclo de cana-de-açúcar, considerou-se R\$ 45.000,00 (7.500,00 x 6), ou seja, um custo fixo anual o valor de R\$ 7.500,00 (R\$ 0,25 X 30.000).

A determinação dos pontos de equilíbrio ou ponto de ruptura, tanto em valor quanto em quantidade, mostram ao produtor a quantidade que ele necessita produzir para que os custos e receitas sejam iguais a zero. Se ele produzir e vender abaixo do ponto de equilíbrio, terá prejuízo. O lucro começa a aparecer com a venda de uma unidade acima do ponto de equilíbrio.

Sem o cômputo do carbono, o ponto de equilíbrio em quantidade produzida, necessário para cobrir os custos totais, é de 14.754,10 litros de aguardente, e, em valor o total

de R\$ 88.524,59 durante o ciclo da cana-de-açúcar. Anualmente o ponto de equilíbrio, sem o carbono, é de 2.459,01 litros e, em valores, R\$ 14.754,10. O produtor começa a obter lucro ao vender 14.755,10 litros, conforme Tabela 31.

A Tabela 32 mostra a quantidade e valores necessários de produção, com cômputo do carbono fixado, ou seja, 14.851,48 litros de aguardente com valor total de receita de R\$ 89.114,88 durante o ciclo de vida da cana-de-açúcar. O ponto de equilíbrio anual, em quantidade, é de 2.475,26 litros, com valor de R\$ 14.851,48. A tabela também mostra que o lucro começa aparecer na primeira unidade vendida logo acima do ponto de equilíbrio (14.852,48).

Pode-se entender que o negócio com a aguardente é rentável, porém o comércio de carbono fixado pela cana-de-açúcar é baixo pelo faturamento proporcionado e por se tratar de um pequeno produtor de aguardente. A venda de carbono aumenta o faturamento de pequenos produtores e é mais promissor para os grandes produtores de cana-de-açúcar. Um produtor com seis alqueires de cana-de-açúcar, se cultivados adequadamente, pode aumentar seu faturamento em R\$ 2.002,10 por ano e R\$ 12.012,60 durante o ciclo de seis anos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O negócio de aguardente por si só é viável; em conjunto com o carbono, torna-se mais atrativo. Um hectare de cana-de-açúcar produz em média 80 t. de colmos limpos, e sequestra, em média, 9.671,98 kg de CO₂ equivalente em 6 (seis) anos. Uma tonelada de colmos de cana-de-açúcar produz 109 litros de aguardente e sequestra aproximadamente 20,15 kg de CO₂, e um litro de aguardente sequestra, aproximadamente, 0,185 kg CO₂. A venda dos créditos de carbono pode render ao produtor R\$ 333,68/hectare, para uma safra, ou R\$ 2.002,10, para seis safras, e fazer a diferença no agronegócio brasileiro.

A viabilidade da aguardente, em conjunto com a venda do carbono, pode ser verificada em simples análise, observando que as aplicações em Renda Fixa (CDB e Fundos de Renda Fixa), têm como *Benchmark* o CDI, que é a taxa meta dos aplicadores mais conservadores. Deste modo, os fundos de renda fixa não “alavancados”, que conseguem uma remuneração a 100% do CDI, são os mais “valorizados” pelo mercado (clientes) e é considerada uma aplicação “*top of line*” de mercado. Os grandes bancos, como a Caixa Econômica Federal S/A e Banco do Brasil S/A, não remuneram CDB a 100% do CDI, salvo casos especialíssimos, para valores vultosos e, ainda, quando o cliente oferece outro tipo de reciprocidade.

Toda tentativa de sequestrar carbono para diminuir os gases do efeito estufa é válida, mas os custos de implantação de medidas redutoras atuais não são atrativos. Com os valores comerciais praticados pelo mercado de carbono, é mais viável comprar créditos de carbono do que evitar a emissão continuada de CO₂ e gases do efeito estufa.

Essa janela de oportunidade que o mercado de carbono oferece abre, para o produtor rural, sobretudo aquele dedicado à produção de aguardente, uma perspectiva de mitigar a situação que ele enfrenta.

A crise financeira que assombra o mundo em 2008 pode modificar o mercado de carbono, retardando o sonho de viver num planeta ecologicamente correto e sustentável. Nas decisões do Protocolo de Kyoto, em 1997, cuja finalidade era conter e reverter o acúmulo de CO₂ na atmosfera, surgiu a grande oportunidade de desenvolver e implantar projetos adequados ao desenvolvimento rural sustentável.

Dentro dessa visão, acredita-se que o crédito de carbono gerado pela cana-de-açúcar pode diferenciar o produto brasileiro como fonte sequestradora de CO₂, pois o consumidor pode ser induzido a procurar produtos que reduzem as emissões de CO₂, fabricados por empresas cidadãs. Isso pode provocar uma mudança econômica e social, possibilitando a melhoria na qualidade de vida das comunidades que dependem do meio ambiente e da lavoura para sua sobrevivência.

Sugere-se que o comércio de carbono dos pequenos produtores legalizados seja realizado por uma cooperativa, que tenha o comércio de carbono como objeto, e visão de sustentabilidade de que os valores sejam direcionados para projetos sociais locais que beneficiem as comunidades associadas, com melhorias na qualidade da vida.

Espera-se que este trabalho sirva de base para atender às políticas públicas na área de economia sustentável e produtores de energia limpa, e que ajude os produtores de aguardente a desenvolver o seu negócio e torná-lo mais rentável.

Portanto, ratifica-se que grandes produtores de cana-de-açúcar têm a viabilidade ampliada e que pequenos produtores isoladamente podem encontrar dificuldades para ingressar no mercado de carbono, pois a melhor opção pode ser uma cooperativa de carbono.

Fica evidenciado neste trabalho que o comércio do carbono e da aguardente é viável, porque atinge os objetivos da viabilidade econômica e pode aumentar o faturamento dos produtores de aguardente e plantadores de cana-de-açúcar.

7 REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASIL – 2006. **Agricultores familiares de Minas exportam cachaça para Itália**. Disponível em: <<http://www.agenciabrasil.gov.br>> Acesso em: 01 jun. 2007.
- AMBIENTE BRASIL – [2006?]. **Reflorestamento: sequestro de Carbono**. Disponível em: <<http://www.arvoresbrasil.com.br/reflorestamento>>. Acesso em: 03 jul. 2008.
- AGROLINE – 2007. **Cooperativas de Cachaça**. Disponível em: <<http://www.agroline.com.br/artigos.php?id=96>>. Acesso em: 26 jun. 2007.
- ALEXANDER, A. **Sugarcane physiology, a Comprehensive Study of the saccharum Source-to-Sink System**. Puerto Rico: University of Puerto Rico, 1973.
- ANCELES, P. E. S. **Manual de Tributos da Atividade Rural**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- ANDRADE, J. de. Cachaça do Brasil: produto tipo exportação. **Diário de Pernambuco**, Recife, 1º ago. 2002. Caderno Economia.
- ANJOS, Ivan Antônio dos. **Produtividade Agrícola, Rendimento e Qualidade da Aguardente Artesanal de Diferentes Variedades de Cana-de-Açúcar**. 2001. 102 f: Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2001.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 1999. v. 1 e 2. (GEPAI: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais).
- BEEHARRY, R. **Carbon balance of sugarcane bioenergy systems, Redit, Elsevier Science, Biomass and Bioenergy** 20, 2001. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 30 mar. 2007.
- BRASIL. Banco Central do Brasil, [2007?]. **Certificado de Depósitos Interbancários – CDI**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pec/indeco/P.xls>> . Acesso em: 01 out. 2008.
- BRASIL. Bolsa de Mercadorias e Futuro - BM&F -, [2008?]. **Sequestro de Carbono**. Disponível em: <<http://www.bmf.org.br>>. Acesso em: 15 set. 2008.
- BRASIL. Constituição Federal – 1988. Brasília, DF, 05 de Out. 1988. Disponível em: <<http://planalto.gov.br>>. Acesso em: 20 de Jan. 2008.
- BRASIL. Diário Oficial da União – 2005. DOU -124: **Padronização da cachaça**. 30 de jun. 2005.
- BRASIL. Lei n. 6.404, de 15 de dezembro de 1976. Dispõe sobre Demonstrações de Resultados, art. 176.

BRASIL. Receita Federal do Brasil [2002?]. **RICMS – Regulamento do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços**. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br>>. Acesso em: 30 jun. 2008.

BRASIL. Receita Federal do Brasil [2002?]. **TIPI – Tabela do Imposto Sobre Produtos Industrializados**. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br>>. Acesso em: 30 de nov. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 007, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder executivo, Brasília, DF, 19 de maio 1999. Seção 1, p. 11-14.

BUSO, P. H. M. **Estudo do sistema radicial de cana-de-açúcar no plantio em gema e tolete**. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CAMPBELL, N et al. **Biology concepts and connections**. 3. ed. Nova Iorque: Adisson Wesley Longman Inc, 2000. p 108-112.

CHOHFI, F. M. **Balanço, Análise de Emissão e Sequestro de CO₂ na Geração de Eletricidade Excedente no Setor Sucro-Alcooleiro**. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado) Programa em Engenharia da Energia, Universidade de Federal de Itajubá. Itajubá – MG, 2004.

COOCACHAÇA – 1999. **Cooperativismo uma saída para o produtor de cachaça artesanal**. Disponível em: <<http://www.coocachaca.com/noticias.html>>. Acesso em: 10 de ago. 2008.

EQUIPAV – [2003?]. **Emissões indiretas de Dióxido de Carbono**. Disponível em: <<http://equipav.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2008.

ESTADÃO - 2008. Jornal Estado de São Paulo. **Cotação do Dólar**. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/ext/economia/financas/historico/dolar>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

FRANCO, D. W.; BUCHVISER, S. F.; CARDOSO, D. R. **O Cobre em aguardentes: verdades e mitos**. São Carlos: USP, 2007.

FRANCO, R. J. **Cooperativa de Cachaça**. Produtor rural em entrevista ao Jornal da Coocachaça, n. 2, Ano 1 – setembro–outubro/2001 – p. 12.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 10 ed. tradução técnica Antonio Zoratto Sanvicente. São Paulo: Addison Wesley, 2004.

GOMES, W. O. – 2006. **Perfil da cachaça**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.br/Repositorio/Estudo_Sebrae_cachaça_pdf>. Acesso em: 07 de jul. 2008.

GRATÃO, Â. D.; MARQUES, J. L. Sociedade e Tributos em Agribusiness. In: **Guia do Agronegócio Competitivo**. Plural. Maio 2007.

HORTA L. N. **Análise da utilização de energia na produção de álcool de cana-de-açúcar.** 1987. 170 f. Tese (Doutorado), UNICAMP. Campinas, 1987.

IDO, O. T. **Desenvolvimento radicial e caulinar, de três variedades de cana-de-açúcar, em rizotron, em dois substratos.** 2003. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO TRIBUTÁRIO – IBPT. Carga tributária brasileira atinge 37,57% do PIB no 1º. semestre. Pesquisa. Publicação IBPT, n. 1: 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO TRIBUTÁRIO – IBPT. Carga tributária brasileira chega a 36,56% do PIB em 2008. Pesquisa. Publicação IBPT, 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZONIA. **Perguntas e Respostas Sobre Mudanças Climáticas:** Fundação Biblioteca Nacional, Belém, 2002.

IÚDICIBUS, S.; MARTINS, E.; GELBCKE, E. R. **Manual de contabilidade das sociedades por ações:** aplicável também às demais sociedades. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1977.

JUNQUEIRA, M. O Brasil é líder em projetos de carbono. **Gazeta Mercantil.** São Paulo, p. 10, 07 de abr. 2006.

KHALILI, A. E. – [2005?]. Quem será beneficiado pelos créditos de carbono? **Revista Eletrônica Comciência.** Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 07 de jul. 2008.

LEWANDOWSKI *et al.* **CO₂ balance for cultivation and combustion of Miscanthus, Frankfurt, elsivier science, Biomass and Bioenergy,** v. 8, n. 2, p 81-90, 1995. Disponível em: <<http://www.periodicosapes.gov.br>>. Acesso em: 30 de mar. 2008.

MACEDO, I. C. Emissão de Gases do Efeito Estufa e Balanço Energético na produção e uso de bioetanol no Brasil. **Biomass and Bioenergy,** v.14, n. 1- p. 77-81, 1998.

MACEDO, I. C. ; LEAL, M. R. L. V. **Ethanol production and use: ISCCCT Co-products workshop.** Piracicaba - SP, 2003.

MACEDO, I. C.; LEAL, M. R. L. V.; SILVA, J. E. A. R. **Balanço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil.** São Paulo-SP: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2004.

MACHADO, F.B. P. – 2006. **Brasil a doce terra.** Disponível em: <<http://w.w.w.clupac.blogspot.com.br>>. Acesso em: 07 de jul. 2008.

MARION, J.C. **Contabilidade empresarial.** São Paulo: Atlas, 1982.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos.** 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MENEGUELLO, L. A.; CASTRO, M. C. A. A. **O Setor Sucroalcooleiro e a Utilização da Biomassa da Cana-de-açúcar como Fonte Alternativa de Energia.** 2006. 101 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, Araraquara – SP, 2006.

MIGLIORINI, E. **Custos**. São Paulo: Makron Books, 2001.

MINAS GERAIS, Lei nº. 13.949, de 11 de julho de 2001. Dispõe sobre estabelecer o padrão de identidade e as características do processo de elaboração da “Cachaça de Minas” e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 11 de jul. 2001. Seção V, p12.

MUSEU DA CACHAÇA – [2000?]. **História da cachaça**. Disponível em: <<http://www.museudacacaca.com.br>>. Acesso em: 18 Set. 2007.

ORSOLON, M. Crédito de Carbono. **Potência**, São Paulo. n. 14, p. 16-26, São Paulo, abr., 2006.

PADOVESE, C. L. **Contabilidade gerencial**: um enfoque em sistema de informação. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

PEARCE, F. O aquecimento global. **Publifolha**, São Paulo, 2002.

PÊGAS, P. H. **Manual de contabilidade tributária**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2006.

PERINA JUNIOR, I. **Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (Orplana)**. Produtor rural em entrevista a Gazeta de Piracicaba em 22/06/08. Disponível em <www.brasilagro.com.br>. Acesso em: 25 jul. 2008.

RENNER, R. M. **Sequestro de Carbono e a Viabilização de Novos Reflorestamentos no Brasil**. 2004. 80 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2004.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. 2003. 214 f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2003.

SCARPINELLA, G. A. **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto**. 2002. 162 f. Dissertação (Mestrado) Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2002.

SCHWARTZ, S.B. **Segredos Internos**: engenhos e escravos na sociedade colonial. São Paulo: Editora Schwartz Ltda., 2003.

SEBRAE/MG. **Diagnóstico da Cachaça de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2001.

SILVA, D. K. T. **Crescimento de cultivares de cana-de-açúcar em primeira soca na região noroeste do Paraná na safra de 2002/2003**. 2005. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.